


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική εργασία

**ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΗ-ΑΝΤΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ  
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS ΤΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WATERLOSS**



**ΤΖΙΡΑΚΗΣ Ι. ΘΕΟΦΙΛΟΣ**  
ΑΜ: 0808090

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Επ. Καθηγητής ΚΑΝΑΚΟΥΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ ΙΟΥΛΙΟΣ 2014**

## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| Ευρετήριο εικόνων.....  | 3  |
| Ευρετήριο πινάκων .....   | 4  |
| Ευχαριστίες .....   | 5  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....  | 6  |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 6  |
| 1.1. Η υφιστάμενη κατάσταση του νερού στον πλανήτη .....  | 6  |
| 1.3. Ιστορική αναδρομή – η κατάσταση σήμερα .....   | 7  |
| 1.4. Κίνητρο της παρούσας εργασίας.....   | 8  |
| 2. ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ IWA ( IWA WATER BALANCE – IWA WB ).....  | 9  |
| 2.1. Οι τροποποιήσεις του υδατικού ισοζυγίου.....   | 9  |
| 2.2. Το Μη-ανταποδοτικό νερό (Non Revenue Water – NRW) .....  | 10 |
| 2.3. Οι πραγματικές απώλειες .....  | 11 |
| 2.4. Οι φαινόμενες απώλειες .....   | 12 |
| 2.5. Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση .....  | 13 |
| 2.6. Οι τρέχουσες ετήσιες πραγματικές απώλειες ( Current Annual Real Losses – CARL ).....                                     | 13 |
| 2.7. Οι Αναπόφευκτες Ετήσιες Πραγματικές Απώλειες ( Unavoidable Annual Real Losses – UARL ) .....                             | 14 |
| 2.8. Ο Δείκτης Διαχείρισης Πίεσης ( Pressure Management Indicator – PMI) ...  | 15 |
| 2.9. Ο Δείκτης Διαρροών Υποδομών ( Infrastructure Leakage Index – ILI ).....  | 15 |
| 2.10. Το οικονομικά αποδεκτό επίπεδο μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ).....  | 16 |
| 3. ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ( DESSISION SUPPORT SYSTEM – DSS ) ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΗ-ΑΝΤΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ( NRW )..... | 18 |
| 3.1. Κατάσταση προόδου στον τομέα των DSS.....  | 18 |
| 3.2. Το συγκεκριμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων DSS και η καινοτομίες που εφαρμόστηκαν σε αυτό .....                       | 20 |
| 3.3. Ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του DSS.....  | 21 |
| 3.4. Παρουσίαση του εργαλείου DSS .....   | 21 |
| 3.5. Υποβολή των στοιχείων του κάθε χρήστη (Reporting ) .....   | 22 |
| 3.6. Η κατάσταση των στοιχείων που έχουν σταλεί .....   | 27 |
| 3.7. Τα στοιχεία του κάθε χρήστη ( Reports ).....   | 27 |
| 3.7.1. Αναζήτηση εξαρτημένων μεταβλητών .....   | 28 |
| 3.7.2. Δείκτες αξιολόγησης.....   | 29 |
| 3.7.3. Αξιολόγηση του δικτύου μου .....   | 30 |
| 3.7.4. IWA πίνακας Α .....  | 31 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.7.5. | Μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ).....   | 31 |
| 3.7.6. | Πίνακας Α των δεικτών απόδοσης .....  | 32 |
| 3.7.7. | Εμπειρίες χρηστών.....  | 32 |
| 3.7.8. | Η επιλογή DSS.....  | 33 |
| 3.8.   | Το σύστημα ταξινόμησης των μέτρων.....  | 35 |
| 4.     | ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS .....   | 37 |
| 4.1.   | Η περίπτωση της Κοζάνης για το 2010.....  | 37 |
| 4.2.   | Η περίπτωση της περιοχής DMA 17 του δικτύου ύδρευσης της Λευκωσίας για το έτος 2011 .....   | 41 |
| 4.3.   | Συμπεράσματα από την πρακτική εφαρμογή του εργαλείου DSS.....   | 45 |
| 5.     | ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS.....  | 51 |
| 5.1.   | Θετικά στοιχεία του εργαλείου DSS.....  | 52 |
| 5.2.   | Αρνητικά στοιχεία για το εργαλείο DSS.....  | 53 |
| 5.3.   | Γενική εικόνα για το εργαλείο DSS .....   | 54 |
| 6.     | ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ DSS .....  | 55 |
| 6.1.   | Δυνατά σημεία .....   | 56 |
| 6.2.   | Αδυναμίες ( Weaknesses ) .....  | 58 |
| 6.3.   | Ευκαιρίες ( Opportunities ) .....   | 59 |
| 6.4.   | Απειλές .....   | 61 |
| 6.5.   | Γενικά συμπεράσματα από την ανάλυση SWOT.....   | 62 |
| 7.     | ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS.....  | 63 |
| 7.1.   | Δημιουργία μηχανισμού ελέγχου των δεδομένων εισόδου.....  | 63 |
| 7.2.   | Εισαγωγή γραφήματος με την πρόοδο του χρήστη.....   | 65 |
| 7.3.   | Σύνδεση του εργαλείου DSS είτε με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών είτε με διάφορα λογισμικά μοντελοποίησης δικτύων ύδρευσης. ....                | 68 |
| 7.4.   | Ενσωμάτωση στην πλατφόρμα DSS ενός βίντεο με οδηγίες ( tutorial video )<br>70   |    |
| 8.     | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....  | 71 |
| 9.     | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....  | 73 |
| 9.1.   | Τα δεδομένα εισόδου όπως δόθηκαν για την πόλη της Κοζάνης το 2010 και η τυποποίησή τους για την εισαγωγή στο εργαλείο DSS .....                   | 73 |
| 9.2.   | Τα δεδομένα εισόδου όπως δόθηκαν για την DMA 17 της πόλης της Λευκωσίας για το 2011 και η τυποποίησή τους για την εισαγωγή στο εργαλείο DSS<br>77 |    |

## Ευρετήριο εικόνων

|   |    |
|---|----|
| <i>Εικόνα 1: σχηματική απεικόνιση ενός δικτύου ύδρευσης( <a href="http://www.pacificwater.org">www.pacificwater.org</a> )</i>   | 7  |
| <i>Εικόνα 2: Οι τέσσερις βασικές μέθοδοι μείωσης των ετήσιων πραγματικών απωλειών</i>   | 14 |
| <i>Εικόνα 3: Οικονομικά βέλτιστο επίπεδο μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW)</i>  | 17 |
| <i>Εικόνα 4 : Το δενδροτό σύστημα απόφασης που χρησιμοποιήθηκε από το DSS</i>   | 20 |
| <i>Εικόνα 5 : Οι δυνατότητες της πλατφόρμας του εργαλείου DSS</i>   | 22 |
| <i>Εικόνα 6: Αποστολή στοιχείων στο εργαλείο DSS</i>  | 25 |
| <i>Εικόνα 7 : Κατάσταση αναφορών</i>  | 27 |
| <i>Εικόνα 8: Πιθανοί χαρακτηρισμοί των απεσταλμένων αρχείων από το εργαλείο DSS</i>   | 27 |
| <i>Εικόνα 10: Λίστα εξαρτημένων μεταβλητών</i>  | 29 |
| <i>Εικόνα 9: Επιλογή δείκτη απόδοσης</i>  | 29 |
| <i>Εικόνα 11 : Δείκτες απόδοσης</i>   | 30 |
| <i>Εικόνα 12: Η αξιολόγηση του δικτύου μου</i>  | 31 |
| <i>Εικόνα 13: Ο πίνακας A IWA</i>   | 31 |
| <i>Εικόνα 14: Μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού με πρόσθετες επεξηγήσεις υπό την μορφή εξωτερικών συνδέσμων</i>  | 32 |
| <i>Εικόνα 15: Πίνακας A των δεικτών απόδοσης</i>  | 32 |
| <i>Εικόνα 16: Εμπειρίες χρηστών</i>   | 33 |
| <i>Εικόνα 17: Ραβδόγραμμα υδατικού ισοζυγίου</i>  | 34 |
| <i>Εικόνα 18: Υδατικό ισοζύγιο IWA</i>  | 34 |
| <i>Εικόνα 19: Διάγραμμα πίτας για τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού</i>   | 35 |
| <i>Εικόνα 20: Το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο της Κοζάνης για το έτος 2010</i>  | 38 |
| <i>Εικόνα 21: Η τελική πρόταση μέτρων από το εργαλείο DSS</i>   | 40 |
| <i>Εικόνα 22: Το υδατικό ισοζύγιο για την Περιοχή DMA 17 για το έτος 2011</i>   | 42 |
| <i>Εικόνα 23: Η τελική πρόταση μέτρων από το DSS για την περιοχή DMA 17 του δικτύου ύδρευσης της Λευκωσίας για το έτος 2011</i>   | 44 |
| <i>Εικόνα 24: Διάγραμμα ροής για την νέα ταξινόμηση των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού</i>   | 50 |
| <i>Εικόνα 25: Τα θετικά και τα αρνητικά στοιχεία του εργαλείου DSS</i>  | 51 |
| <i>Εικόνα 26: Σχηματική παρουσίαση της ανάλυσης SWOT του εργαλείου DSS</i>  | 55 |
| <i>Εικόνα 27: Διάγραμμα ροής για τον μηχανισμό ελέγχου της μεταβλητής A19</i>   | 64 |
| <i>Εικόνα 28: Γράφημα ποσοστιαίας μείωσης που επιτεύχθηκε μετά την επιβολή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.</i>   | 66 |
| <i>Εικόνα 29: Συγκριτικό ραβδόγραμμα για την μείωση σε απόλυτα νούμερα στους όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού που επιτεύχθηκε.</i>   | 67 |
| <i>Εικόνα 30: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου ύδρευσης σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών. ( πηγή : <a href="http://scrwa.org/gis-mapping-services/">http://scrwa.org/gis-mapping-services/</a> )</i>   | 68 |
| <i>Εικόνα 31: Μοντελοποίηση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον WATERCAD v8 ( πηγή : <a href="http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Haestad/WaterCADV8_lg.jpg">http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Haestad/WaterCADV8_lg.jpg</a> )</i> | 69 |
| <i>Εικόνα 32: Μοντελοποίηση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον hydraulCAD 2014 ( πηγή : <a href="http://hydraulicad.com/">http://hydraulicad.com/</a> )</i>   | 70 |

## Ευρετήριο πινάκων

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Πίνακας 1: Το υδατικό ισοζύγιο IWA .....</i>   | <i>9</i>  |
| <i>Πίνακας 2: Το υδατικό ισοζύγιο και οι δύο τροποποιήσεις του .....</i>  | <i>10</i> |
| <i>Πίνακας 3: Διάφορες τιμές του Δείκτη Διαρροών Υποδομών ( ILI ) .....</i>   | <i>16</i> |
| <i>Πίνακας 4: Οι μεταβλητές που καλείται να στείλει ως εισαγωγές στο εργαλείο DSS ο<br/>κάθε χρήστης. ....</i>  | <i>24</i> |
| <i>Πίνακας 5: Αναλογία κέρδους κόστους .....</i>  | <i>46</i> |
| <i>Πίνακας 6: Έλεγχος δεδομένων εισόδου για το εργαλείο DSS σε αρχείο excel .....</i>   | <i>65</i> |
| <i>Πίνακας 7: Αναλυτικά τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου για την Κοζάνη .....</i>   | <i>73</i> |
| <i>Πίνακας 8 : Τα υπόλοιπα δεδομένα όπως δόθηκαν για το έτος 2010 για την πόλη της<br/>Κοζάνης.....</i>   | <i>74</i> |
| <i>Πίνακας 9 : Τα δεδομένα της Κοζάνης όπως στάλθηκαν στο εργαλείο DSS .....</i>  | <i>76</i> |
| <i>Πίνακας 10 : Τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου για τα 5 πρώτα δίμηνα του 2011 του<br/>δικτύου της περιοχής DMA 17 της Λευκωσίας .....</i>                 | <i>80</i> |
| <i>Πίνακας 11 : Η πρώτη τυποποίηση για τα δεδομένα της περιοχής DMA 17 της<br/>Λευκωσίας όπως έγινε για την εισαγωγή των δεδομένων στο εργαλείο DSS .....</i> | <i>81</i> |
| <i>Πίνακας 12 : Τα υπόλοιπα δεδομένα όπως δόθηκαν για την περιοχή DMA 17 της<br/>Λευκωσίας για το 2011 .....</i>  | <i>82</i> |
| <i>Πίνακας 13 : Τα δεδομένα όπως στάλθηκαν στο εργαλείο DSS για την περιοχή DMA 17<br/>του δικτύου της Λευκωσίας για το 2011 .....</i>                        | <i>84</i> |

## Ευχαριστίες

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Βασίλη Κανακούδη που μετά από δική του προτροπή ασχολήθηκα με αυτό το θέμα, οι οδηγίες του αλλά και η βοήθεια του ήταν καθοριστικές στη ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής. Ένα επίσης μεγάλο ευχαριστώ πρέπει να πω στην κ. Σταυρούλα Τσιτσιφλή η οποία με βοήθησε αποτελεσματικά τόσο στο θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας, μέσα από το μάθημα που μας δίδαξε, όσο και σε διάφορα εμπόδια που συνάντησα με το εργαλείο DSS.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους μου στον Βόλο. Την οικογένεια σου λένε δεν την μπορείς να την επιλέξεις, αλλά τους φίλους σου μπορείς, και εμείς επιλέξαμε να περάσουμε τα καλύτερα μας χρόνια, τις καλύτερες μας στιγμές μαζί, τις πίκρες τις χαρές τις αποτυχίες αλλά και τις επιτυχίες όλα τα περάσαμε μαζί με την στήριξη ο ένας στον άλλο, οπότε πρέπει να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Γωγώ, στην Κατερίνα, στην Μάρα, στην Νικολίνα, στον Παναγιώτη και στην Χριστίνα.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ πρέπει και οφείλω να δώσω στους γονείς μου Ιωάννη Τζιράκη και Αικατερίνη Τιμπλαλέξη καθώς με στήριξαν στην δυσκολότερη φάση της έως τώρα ζωής μου όταν πέτυχα στην σχολή που αρχικά ήθελα αλλά εκείνη με απέβαλε, και με έπεισαν να αρχίσω τις σπουδές μου σαν Πολιτικός Μηχανικός. Όμως το μεγαλύτερο ευχαριστώ από όλους πρέπει να το πω στον άνθρωπο που ήταν δίπλα μου σε όλη μου την ζωή, στην συγκάτοικο μου κατά τα φοιτητικά και όχι μόνο χρόνια στην αδερφή μου Μαίρη Τζιράκη στην οποία αφιερώνω και την παρούσα εργασία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θα παρουσιαστεί το εργαλείο DSS (Decision Support System), σε ελεύθερη μετάφραση σύστημα υποστήριξης απόφασης, καθώς και η χρήση του στην επιλογή της βέλτιστης λύσης σε ένα δίκτυο ύδρευσης για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού (NRW) σε δίκτυα ύδρευσης. Θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που λάβαμε για δύο περιπτώσεις δικτύων ύδρευσης ( του δικτύου της Κοζάνης για το έτος 2010 και της περιοχής DMA 17 του δικτύου της Λευκωσίας στην Κύπρο για το έτος 2011), και τα συμπεράσματα που λάβαμε από την χρήση του εργαλείου DSS. Έπειτα θα ακολουθήσει η κριτική του συγκεκριμένου DSS, καθώς και μία ανάλυση SWOT ( Δυνατών και Αδύνατων σημείων του εργαλείου, ευχερειών για την περαιτέρω ανάπτυξη του καθώς και των απειλών που αντιμετωπίζει). Στο τέλος θα υπάρξουν μερικές προτάσεις για την βελτίωση του, οι οποίες προέκυψαν μέσω της χρήσης του και μερικών κενών – ελλείψεων που διαπιστώθηκαν.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Η υφιστάμενη κατάσταση του νερού στον πλανήτη

Το νερό είναι ένας ανανεώσιμος αλλά περιορισμένος φυσικό πόρος. Τα τελευταία χρόνια τα αποθέματα νερού στον πλανήτη έχουν μειωθεί είτε λόγω της λειψυδρίας, είτε λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, είτε λόγω της αλόγιστης υπεράντλησης τους προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του πληθυσμού τόσο σε πόσιμο νερό τόσο και σε νερό άρδευσης. Πάνω στην Γή υπάρχουν 1.400 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα νερού, το 70% της επιφάνειας του πλανήτη καλύπτεται από το νερό. Όμως μόνο το 3% είναι κατάλληλο για χρήση σαν πόσιμο νερό. Ένα μεγάλο μέρος του όμως (το μεγαλύτερο) βρίσκεται υπό την μορφή πάγου στους πόλους με αποτέλεσμα να μην είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμο. Ακόμα και από αυτό το μικρό ποσοστό όμως που απομένει είτε σε υπόγειους υδροφορείς είτε σαν επιφανειακά ύδατα( λίμνες, ποτάμια ) δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όλο για την ύδρευση του πληθυσμού της Γης. Μερικά ακόμα δυσάρεστα στοιχεία είναι ότι, σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία των Ηνωμένων Εθνών, περίπου το 11% του πληθυσμού του πλανήτη δεν έχει πρόσβαση σε πόσιμο νερό καθώς και ότι αναμένεται μέχρι το 2025 ένας στους 3 κατοίκους του πλανήτη αναμένεται να ζει υπό καθεστώς λειψυδρίας. Γίνεται έτσι εύκολα αντιληπτό το πόσο σημαντικό είναι το νερό και το ότι δεν πρέπει να σπαταλάται.

### 1.2. Οι οικονομικές πτυχές της διανομής πόσιμου νερού

Το νερό όπως είναι ευρέως γνωστό είναι ένα δημόσιο αγαθό και έχει σαφή κοινωνικό χαρακτήρα με αποτέλεσμα η αξία του να είναι ανεκτίμητη και να μην μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί σαν ένα οικονομικό αγαθό το οποίο διέπεται από τους νόμους της προσφοράς και της ζήτησης. Έτσι όποια προσπάθεια και να γίνει στο να οριστεί μία τιμή για την παροχή νερού είναι πολύ δύσκολη και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Είναι δικαίωμα του κάθε ανθρώπου να έχει πρόσβαση σε πόσιμο νερό,

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



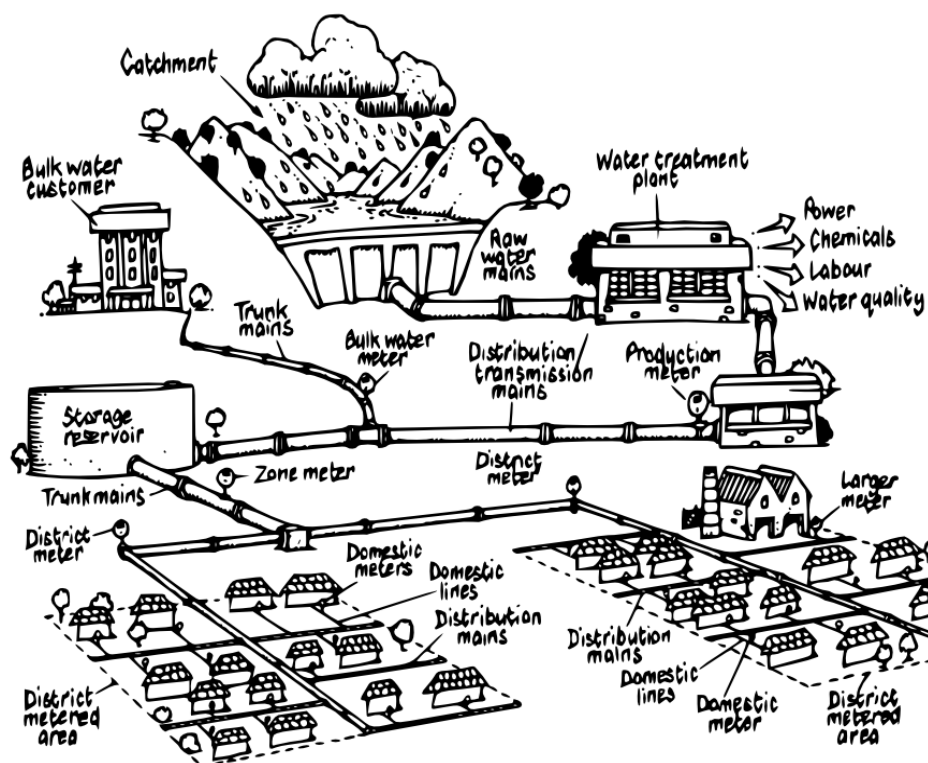
κατάλληλης ποιότητας και επαρκούς πίεσεως. Συνεπώς η τιμή του πόσιμου νερού δεν μπορεί να είναι “μεγάλη” και πρέπει να υπάρχει κάποιο άνω όριο σε αυτή. Αυτό είναι και ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στην διαχείριση ενός δικτύου διανομής πόσιμου νερού, καθώς δεν μπορούμε αυξάνοντας την τιμή του, να αυξήσουμε τα έσοδα για την επιχείρηση. Έτσι πρέπει να βρεθούν άλλοι τρόποι προκειμένου να αυξηθούν τα έσοδα της επιχείρησης όπως η μείωση των εξόδων της.

### 1.3. Ιστορική αναδρομή – η κατάσταση σήμερα

Με τον όρο δίκτυο ύδρευσης ορίζουμε το σύνολο των έργων:

- i. Υδροσυλλογή
- ii. Μεταφοράς
- iii. Επεξεργασίας
- iv. Αποθήκευσης
- v. Διανομής

πόσιμο νερού που απαιτούνται προκειμένου να φτάσει το νερό από την πηγή (π.χ. υδραγωγείο) στον τελικό καταναλωτή. Σκοπός ενός δικτύου ύδρευσης είναι να παρέχει πόσιμο νερό κατάλληλης ποιότητας, με επαρκή πίεση και ποσότητα στους καταναλωτές.



Εικόνα 1: σχηματική απεικόνιση ενός δικτύου ύδρευσης( [www.pacificwater.org](http://www.pacificwater.org) )



Από την δημιουργία των πρώτων πόλεων ο άνθρωπος επιδίωκε να βρίσκεται κοντά σε υδάτινους πόρους. Εγκαταστάσεις δικτύων ύδρευσης συναντάμε για πρώτη φορά γύρω στην 2<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ. σε περιοχές όπως η Μεσοποταμία, η Κίνα, η Αίγυπτος αλλά και στην Μινωική Κρήτη. Έκτοτε όπως είναι φυσικό τα δίκτυα ύδρευσης γνώρισαν μεγάλη άνθηση. Τα δίκτυα ύδρευσης αναπτύχθηκαν ραγδαία στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα μ.Χ. καθώς η ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανίας ανάγκασε το να συγκεντρωθεί ο πληθυσμός σε μεγάλες πόλεις κοντά στις βιομηχανίες κάνοντας έτσι επιτακτική την ανάγκη για δημιουργία μεγάλων και αποτελεσματικών δικτύων ύδρευσης έτσι ώστε να έχει πρόσβαση ο πληθυσμός των μεγαλουπόλεων που δημιουργούταν σιγά-σιγά σε πόσιμο νερό. Το πρόβλημα όμως σχετικά με την διαχείριση των δικτύων ύδρευσης άρχισε να γίνεται αντιληπτό τα τελευταία χρόνια. Αυτό συνέβη διότι πλέον η εύρεση αποθεμάτων και πηγών πόσιμου νερού έγινε πιο δύσκολη και άρα πιο ακριβή. Ενδεικτικό παράδειγμα αυτής της κατάστασης είναι ότι ενώ στα παλαιότερα χρόνια με μία γεώτρηση μπορούσαμε να αντλήσουμε πόσιμο νερό από σχετικά μικρό βάθος πλέον λόγω της έλλειψης βροχοπτώσεων αλλά και της μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα είμαστε αναγκασμένοι να αντλούμε από πολύ μεγαλύτερα βάθη άρα και με μεγαλύτερο κόστος τόσο στην εγκατάσταση της γεώτρησης όσο και κατά την περίοδο της λειτουργίας της. Επίσης λόγω της αύξησης του πληθυσμού των πόλεων τα δίκτυα έχουν πλέον γίνει πολύ μεγάλα με αρκετά χιλιόμετρα αγωγών, γεγονός που δεν αυξάνει μόνο τις διαρροές που υπάρχουν αλλά δυσκολεύει επίσης και την επέμβαση μας σε αυτά. Η αναζήτηση λοιπόν της βέλτιστης λύσης, η οποία θα αποφέρει και τα καλύτερα αποτελέσματα για το δίκτυο είναι πλέον επιτακτική ανάγκη. Όμως ο όγκος των δεδομένων είναι πλέον τεράστιος για το δίκτυο γεγονός που δυσκολεύει αρκετά την διαδικασία λήψης αποφάσεων για το τι είδους μέτρα πρέπει να εφαρμοστούν και ποίος θα είναι ο καλύτερος συνδυασμός μέτρων προκειμένου να επιτευχθεί ή μείωση.

#### 1.4. Κίνητρο της παρούσας εργασίας

Έχοντας λοιπόν συνειδητοποιήσει το πόσο σημαντικό και πόσο επίκαιρο είναι η σωστή διαχείριση του νερού από ένα δίκτυο ύδρευσης αλλά και τις προοπτικές που προκύπτουν από αυτή την ανάγκη, εκπονήθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία. Σκοπός της είναι η σύνδεση της γνώσης πάνω στην διαχείριση ενός δικτύου ύδρευσης με τις νέες τεχνολογίες που έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια (χρήση του εργαλείου DSS). Η αναζήτηση της καλύτερης δυνατής λύσης για ένα δίκτυο αποκλειστικά και μόνο μέσα από το ανθρώπινο δυναμικό της επιχείρησης είναι μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα αλλά και με μεγάλα περιθώρια λάθους. Η γνώση όμως της σωστής χρήσης ενός εργαλείου DSS για την αναζήτηση των καλύτερων δυνατών μέτρων έτσι ώστε να μειωθεί ο όγκος του Μη-ανταποδοτικού νερού σε ένα δίκτυο, καθίσταται πλέον ως μία από της πιο σημαντικές δεξιότητες ενός διαχειριστή – μελετητή ενός δικτύου ύδρευσης.

## 2. ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ IWA (IWA WATER BALANCE – IWA WB)

Βασική προϋπόθεση πριν την προσπάθεια για κατάστρωση ενός στρατηγικού σχεδίου για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης είναι η κατανόηση της έννοιας του υδατικού ισοζυγίου και των συστατικών του. Ο Διεθνής οργανισμός για το νερό ( International Water Association – IWA ) έχει αναπτύξει ένα μοντέλο υδατικού ισοζυγίου που έχει γίνει ευρέως αποδεκτό. Μέσω του υπολογισμού του υδατικού ισοζυγίου καθίσταται δυνατή η εκτίμηση των απωλειών σε ένα δίκτυο ύδρευσης γεγονός που πριν την εισαγωγή της έννοιας του υδατικού ισοζυγίου ήταν πολύ δύσκολο για τις επιχειρήσεις, καθώς ήταν σε θέση να γνωρίζουν ή να εκτιμήσουν τις εισαγωγές και τις καταναλώσεις σε ένα δίκτυο αλλά δεν μπορούσαν να υπολογίσουν τις απώλειες και τα υποσυστατικά τους. Στον Πίνακα 1 φαίνεται το υδατικό ισοζύγιο IWA και ο τύπος υπολογισμού των παραμέτρων του.

| Όγκος εισαγωγής στο δίκτυο<br><br><u>(A3)</u>    | Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση<br><br><u>(A14=A10+A13)</u>                      | Τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση<br><br><u>(A10=A8+A9)</u>      | Τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση<br><br><u>(A8)</u>        | Νερό που αποφέρει έσοδα<br><br><u>(A20=A8+A9)</u>     |
|--|---|---|---|---|
|  |   |   | Τιμολογούμενη μη-μετρούμενη κατανάλωση<br><br><u>(A9)</u>     |   |
|  | Απώλειες νερού<br><br><u>(A15=A3-A14)</u>                                   | Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση<br><br><u>(A13=A11+A12)</u> | Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση<br><br><u>(A11)</u>    | Μη-ανταποδοτικό νερό (NRW)<br><br><u>(A21=A3-A20)</u> |
|  |   |   | Μη-τιμολογούμενη μη-μετρούμενη κατανάλωση<br><br><u>(A12)</u> |   |
|  |   | Φαινόμενες απώλειες<br><br><u>(A18=A16+A17)</u>                         | Μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση<br><br><u>(A16)</u>             |   |
|  | Ανακρίβειες μετρητών και λάθη υπολογιστικής διαδικασίας<br><br><u>(A17)</u> |   |   |   |
| Πραγματικές απώλειες<br><br><u>(A19=A15-A18)</u> |   |   |   |   |

Πίνακας 1: Το υδατικό ισοζύγιο IWA

### 2.1. Οι τροποποιήσεις του υδατικού ισοζυγίου

Από την εισαγωγή του υδατικού ισοζυγίου και μετέπειτα έχουν προταθεί δύο τροποποιήσεις του. Αρχικά ο McKenzie το 2007 πρότεινε μία τροποποίηση του

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

υδατικού ισοζυγίου κυρίως για την Νότιο Αφρική και τις υπό ανάπτυξη χώρες. Τρία χρόνια μετά οι Kanakoudis και Tsitsifli ( 2010 ) πρότειναν μία νέα τροποποίηση του υδατικού ισοζυγίου ( την 2<sup>η</sup> ) ενσωματώνοντας μέσα σε αυτή και την 1<sup>η</sup> τροποποίηση που είχε προταθεί. Η δεύτερη τροποποίηση του υδατικού ισοζυγίου προσπάθησε να δώσει μία οικονομική διάσταση στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου ( μέσω της προσθήκης της διαφοράς παγίου ) καθώς το αρχικό υδατικό ισοζύγιο που είχε υιοθετηθεί μετρούσε καθαρά όγκους νερού και όχι την αξία του. Στο εργαλείο DSS που θα παρουσιάσουμε στην συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου με τον αρχικό τρόπο ( IWA standard WB ) αλλά και με τις 2 τροποποιήσεις του.

| Βασικό υδατικό ισοζύγιο IWA |                            |   |   |                            | McKenzie et al. (2007) 1 <sup>η</sup> τροποποίηση                  | Kanakoudis & Tsitsifli (2010) 2 <sup>η</sup> τροποποίηση |
|-----------------------------|----------------------------|---|---|----------------------------|--|--|
| Όγκος εισαγωγής στο δίκτυο  | Εξουσιοδοτημένη κατανάλωση | Τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση    | Τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση       | Νερό που αποφέρει έσοδα    | Τιμολογούμενο νερό που αποφέρει έσοδα (Free Basic Recover Revenue) | Ανταποδοτικό νερό  |
|                             |                            |   | Τιμολογούμενη Μη-μετρούμενη κατανάλωση    |                            | Τιμολογούμενο νερό που δεν αποφέρει έσοδα (apparent NRW)           | Τιμολογούμενο νερό που δεν αποφέρει έσοδα                |
|                             |                            | Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση | Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση    | Μη-ανταποδοτικό νερό (NRW) | Νερό που δεν πωλείται (Non-Revenue Water/real NRW)                 | Νερό που υπολογίζεται ως Μη-ανταποδοτικό νερό            |
|                             |                            |   | Μη-τιμολογούμενη μη-μετρούμενη κατανάλωση |                            |  |  |
|                             | Απώλειες νερού             | Φαινόμενες απώλειες                         | Μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση             |                            |  |  |
|                             |                            |   | Ανακρίβειες μετρητών                      |                            |  |  |
|                             | Πραγματικές απώλειες       |   |   |                            |  |  |

Πίνακας 2: Το υδατικό ισοζύγιο και οι δύο τροποποιήσεις του

## 2.2. Το Μη-ανταποδοτικό νερό (Non Revenue Water – NRW)

Με τον όρο Μη-ανταποδοτικό νερό (Non Revenue Water – NRW) ορίζουμε όγκο εκείνο του νερού που ενώ εισέρχεται στο δίκτυο ύδρευσης στο τέλος δεν αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση. Το Μη-ανταποδοτικό νερό (NRW) περιλαμβάνει τις πραγματικές (ή φυσικές) απώλειες (διαρροές στις σωληνώσεις μεταφοράς-διανομής, υπερχειλίσσεις σε δεξαμενές) και τις φαινόμενες απώλειες του δικτύου μας (κλοπή, ανακρίβειες μετρητών) και την μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση. Το μη-ανταποδοτικό νερό το μετράμε συνήθως σαν τον λόγο νερού που “χάνεται” ως προς

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

τον όγκο νερού που έχει εισαχθεί στο δίκτυο ύδρευσης, μερικές φορές όμως το μετράμε και ως τον όγκο νερού που χάνεται ανά χιλιόμετρο αγωγών. Στην ουσία το μη-ανταποδοτικό νερό είναι η διαφορά μεταξύ του όγκου νερού που εισέρχεται στο σύστημα και του τιμολογούμενου όγκου νερού, τον όγκο εκείνο του νερού που αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση.

Οι τιμές του Μη-ανταποδοτικού νερού ποικίλουν ανάλογα με το δίκτυο( έως και 97% του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο ύδρευσης του Λάγος στην Νιγηρία πριν το 2003). Η ύπαρξη μεγάλων τιμών Μη-ανταποδοτικού νερού απειλεί άμεσα την οικονομική βιωσιμότητα του εκάστοτε δικτύου ύδρευσης. Η παγκόσμια τράπεζα εκτιμά ότι οι απώλειες των επιχειρήσεων εξαιτίας των υψηλών τιμών του Μη-ανταποδοτικού νερού στα δίκτυα ύδρευσης φτάνουν τα 18 δισεκατομμύρια δολάρια Ηνωμένων Πολιτειών τον χρόνο. Επίσης σύμφωνα με τις ίδιες εκτιμήσεις αν μειωνότανε στο μισό οι απώλειες μόνο στις αναπτυγμένες χώρες θα είχαμε μία αύξηση των εσόδων περίπου 2.9 δισεκατομμύρια δολάρια Ηνωμένων Πολιτειών και θα μπορούσαν να εξυπηρετηθούν επιπλέον 90 χιλιάδες άνθρωποι. Στον Πίνακα 2 φαίνονται εκτιμήσεις για την αξία του Μη-ανταποδοτικού νερού για τις αναπτυγμένες χώρες, την Ευρασία και τις υπό ανάπτυξη χώρες.

Η ύπαρξη ενός στρατηγικού πλάνου μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού μπορεί να επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα σε ένα δίκτυο ύδρευσης όπως αύξηση των εσόδων της επιχείρησης και μείωσης των εξόδων της, πιο σταθερή πίεση στο δίκτυο, μείωση ζημιών στο δίκτυο.

Global Annual Cost of Non-Revenue Water

|                      | Estimated value (\$ billion)                |                                     |                       |                             |                   |
|----------------------|---|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|
|                      | Marginal cost of water (\$/m <sup>3</sup> ) | Average tariff (\$/m <sup>3</sup> ) | Cost of physical loss | Cost due to commercial loss | Total cost of NRW |
| Developed countries  | 0.3   | 1.0                                 | 3                     | 2                           | 5                 |
| Eurasia (CIS)        | 0.3   | 0.5                                 | 2                     | 2                           | 4                 |
| Developing countries | 0.15  | 0.15                                | 5                     | 4                           | 9                 |
|                      |   | <b>Total</b>                        | <b>10</b>             | <b>8</b>                    | <b>18</b>         |

Source: Kingdom, Liemberger, Marin

Πίνακας 3.: εκτίμηση αξίας Μη-ανταποδοτικού νερού

### 2.3. Οι πραγματικές απώλειες

Οι πραγματικές ή φυσικές απώλειες συμβαίνουν σε όλα τα δίκτυα ύδρευσης ακόμα και στα πιο καινούρια. Σαν πραγματικές ή φυσικές απώλειες αναφερόμαστε στις απώλειες νερού που υπάρχουν στο δίκτυο ύδρευσης κατά την διαδικασία της διανομής του νερού στους καταναλωτές.

Σαν πραγματικές απώλειες υπολογίζουμε τρεις βασικές κατηγορίες και τα υποστατικά πολλές (IWA 2008):

1. Διαρροές και θραύσης στους κεντρικούς αγωγούς διανομής του νερού
  - 1.1. Τρύπες και ρωγμές που υπάρχουν στους κεντρικούς αγωγούς
  - 1.2. Διαρροές από ενώσεις αγωγών
  - 1.3. Διαρροές από βαλβίδες αγωγών που αφήνονται ανοιχτές

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

2. Διαρροές και υπερχειλίσσεις στις δεξαμενές αποθήκευσης του δικτύου
  - 2.1. Υπερχειλίσσεις στις δεξαμενές
  - 2.2. Διαρροές σε υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης
  - 2.3. Διαρροές από βαλβίδες που αφήνονται ανοιχτές
3. Διαρροές στους αγωγούς διαμοιρασμού του νερού πριν το σημείο του μετρητή των καταναλωτών
  - 3.1. Τρύπες και ρωγμές στους αγωγούς διαμοιρασμού
  - 3.2. Διαρροές από τις ενώσεις των αγωγών

Οι δύο πρώτες περιπτώσεις πραγματικών απωλειών στο δίκτυο είναι σχετικά εύκολο να εντοπιστούν και να επιδιορθωθούν σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Η τρίτη και τελευταία περίπτωση δεν είναι εύκολο να εντοπιστεί άμεσα και για αυτό πολλές φορές μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλους όγκους πραγματικών απωλειών.

## 2.4. Οι φαινόμενες απώλειες

Οι φαινόμενες απώλειες αφορούν τους όγκους του νερού που ενώ καταναλώθηκε από τους χρηστές για διάφορους λόγους δεν απέφερε έσοδα στην επιχείρηση. Στις φαινόμενες απώλειες συμπεριλαμβάνονται όλων των ειδών οι ανακρίβειες ( λάθη μετρητών, λάθη στην ανάγνωση των μετρήσεων τους ) καθώς και η μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση ( κλοπή, παράκαμψη μετρητών ). Σε αντίθεση με τις πραγματικές απώλειες οι φαινόμενες απώλειες δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές και για αυτό συχνά τα δίκτυα ύδρευσης συχνά εστιάζουν στην μείωση αρχικά των πραγματικών απωλειών. Άλλη μια διαφορά μεταξύ των πραγματικών και των φαινόμενων απωλειών είναι ότι η μείωση των προφανών απωλειών επιφέρει αύξηση στα έσοδα της επιχείρησης ( αφορούν νερό που ενώ καταναλώνεται δεν πληρώνεται ) ενώ η μείωση των πραγματικών επιφέρει μείωση στα έξοδα της επιχείρησης ( αφορούν νερό που χάνεται πριν φτάσει στον καταναλωτή ).

Σαν φαινόμενες απώλειες συνυπολογίζονται ( IWA 2008 ) :

1. Κλοπή
  - 1.1. Χρήση του δικτύου χωρίς να ανοιχτεί λογαριασμός
  - 1.2. Ατομική αποσύνδεση του μετρητή ή σύνδεση του
  - 1.3. Πείραγμα του μετρητή από τον καταναλωτή
  - 1.4. Χρήση ψευδών στοιχείων
  - 1.5. Παράκαμψη των μετρητών
  - 1.6. Μη-εξουσιοδοτημένη χρήση των σημείων υδροληψίας για πυρκαγιά
2. Ανακρίβειες μετρητών
  - 2.1. Λάθη μετρητών λόγω λανθασμένης βαθμονόμησης τους
3. Δυσαναγνώσεις μετρητών
  - 3.1. Λάθη κατά την διαδικασία ανάγνωσης των μετρητών
4. Λάθη υπολογιστικής διαδικασίας
  - 4.1. Ανακριβείς μετρήσεις

- 4.2. Διαφοροποιήσεις στις αρχικές αναγνώσεις μετρητών
- 4.3. Διαφορά μεταξύ των ημερομηνιών ανάγνωσης των μετρήσεων και των τιμολογούμενων ημερομηνιών
- 4.4. Λάθος υπολογισμοί
- 4.5. Λάθη στην μετατροπή των μονάδων
- 4.6. Λάθη προγραμματισμού

Η μείωση των φαινόμενων απωλειών μπορεί να επιτευχθεί σε μικρό χρονικό διάστημα και με μικρό σχετικά κόστος και να επιφέρει άμεσα αποτελέσματα. Προϋποθέτει όμως ένα ισχυρό σχέδιο διαχείρισης, ισχυρή πολιτική βούληση και υποστήριξη από τους καταναλωτές.

## **2.5. Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση**

Η Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση περιλαμβάνει την κατανάλωση εκείνη που ενώ γίνεται εν γνώσει της επιχείρησης δεν τιμολογείται δηλαδή δεν αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση.

Σαν Μη-τιμολογούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση υπολογίζουμε ( IWA 2008 ) :

1. Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση (νερό που χρησιμοποιείται από δημόσιους χώρους όπως νοσοκομεία )
2. Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση
  - 2.1. Πυροπροστασία
  - 2.2. Ξέπλυμα αγωγών και υπονόμων
  - 2.3. Καθαρισμός δεξαμενών αποθήκευσης
  - 2.4. Γέμισμα βυτιοφόρων
  - 2.5. Νερό που χρησιμοποιείται στις δημόσιες βρύσες και τα σιντριβάνια
  - 2.6. Άρδευση πάρκων
  - 2.7. Προστασία από τον πάγο
  - 2.8. Καθαρισμός δρόμων
  - 2.9. Νερό που χρησιμοποιείται κατά την διαδικασία κατασκευής δημόσιων έργων

Ο λόγος που δεν τιμολογούνται αυτές οι καταναλώσεις είναι ο κοινωνικός χαρακτήρας του νερού.

## **2.6. Οι τρέχουσες ετήσιες πραγματικές απώλειες ( Current Annual Real Losses – CARL )**

Με τον όρο τρέχουσες ετήσιες πραγματικές απώλειες ( CARL ) αναφερόμαστε στις πραγματικές απώλειες τις οποίες στοχεύουμε με τα κατάλληλα μέτρα να μειώσουμε. Μέσα σε αυτές τις απώλειες υπάρχει ένας όγκος απωλειών ο οποίος είναι αδύνατον να ανακτηθεί και θα υπάρχει πάντα. Τον όγκο αυτό του νερού που χάνεται

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

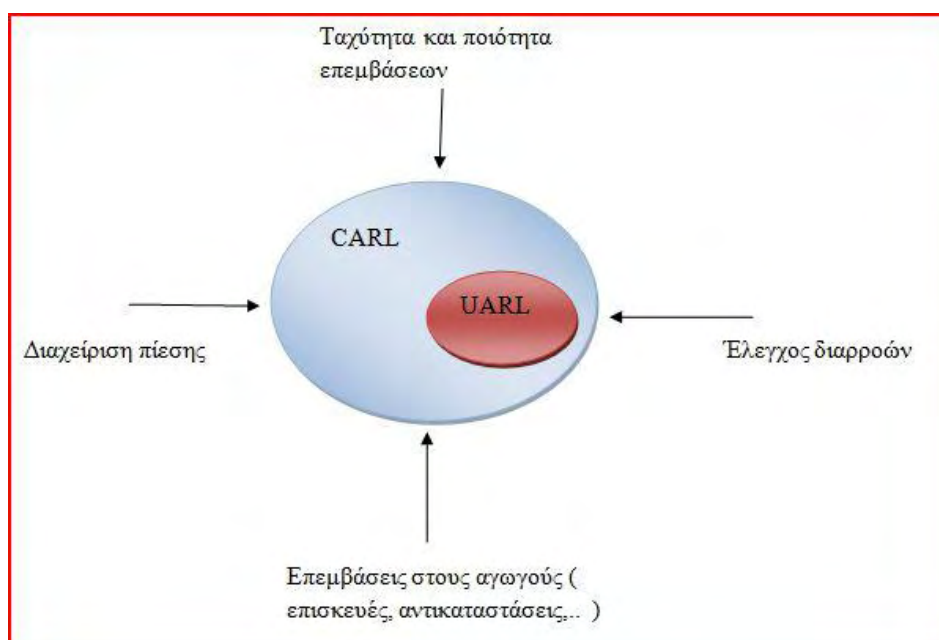


αναπόφευκτα τον ονομάζουμε αναπόφευκτες ετήσιες πραγματικές απώλειες ( Unavoidable Annual Real Losses – UARL ). Έτσι λοιπόν στοχεύουμε στο να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η διαφορά μεταξύ των τρεχουσών ετήσιων πραγματικών απωλειών και των αναπόφευκτων ετήσιων πραγματικών απωλειών. Όσο πιο μικρή είναι αυτή η διαφορά τόσο μικρότερες είναι οι πραγματικές απώλειες δηλαδή τόσο καλύτερα λειτουργεί το δίκτυο μας.

## 2.7. Οι Αναπόφευκτες Ετήσιες Πραγματικές Απώλειες ( Unavoidable Annual Real Losses – UARL )

Ένα δίκτυο ύδρευσης όσο καινούριο και αν είναι πάντα θα έχει ένα ποσοστό πραγματικών απωλειών. Σε ένα δίκτυο ύδρευσης στο οποίο έχει εφαρμοστεί ένα σχέδιο μέτρων για την μείωση των πραγματικών απωλειών θα έχει έναν ετήσιο όγκο νερού κάτω από τον οποίο δεν θα μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση. Με τον όρο Αναπόφευκτες Ετήσιες Πραγματικές Απώλειες ( UARL ) αναφερόμαστε σε αυτόν ακριβώς τον όγκο, δηλαδή την βέλτιστη δυνατή μείωση των πραγματικών απωλειών.

Υπάρχουν τέσσερις βασικές τεχνικές μείωσης των πραγματικών απωλειών έτσι ώστε να φτάσουμε σε όγκο απωλειών ίσο με τον ετήσιο αναπόφευκτο ( Σχήμα 3 ). Η διαφορά μεταξύ CARL και UARL είναι ο όγκος νερού που μπορεί να ανακτηθεί από το δίκτυο, να μην χάνεται.



Εικόνα 2: Οι τέσσερις βασικές μέθοδοι μείωσης των ετήσιων πραγματικών απωλειών

## **2.8. Ο Δείκτης Διαχείρισης Πίεσης ( Pressure Management Indicator – PMI)**

Ο Δείκτης Διαχείρισης Πίεσης ( PMI ) είναι ένας αδιάστατος δείκτης και ορίζεται ως το πηλίκο την μέσης πίεσης κατά την διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου ως προς την ελάχιστη απαιτούμενη πίεση για την λειτουργία του δικτύου. Συνήθως λαμβάνει τιμές από το 1 έως το 5. Κατά την μελέτη ενός δικτύου ύδρευσης υπολογίζεται η ελάχιστη απαιτούμενη πίεση λειτουργίας αλλά σπάνια υπολογίζεται και η μέγιστη. Η διαχείριση της πίεσης σε ένα δίκτυο ύδρευσης δεν απαιτεί ούτε πολύ μεγάλες επεμβάσεις ούτε μεγάλο χρονικό διάστημα για την εμφάνιση των πρώτων αποτελεσμάτων. Αυτά τα 2 χαρακτηριστικά καθιστούν την δημιουργία ενός σχεδίου διαχείρισης της πίεσης σε ένα δίκτυο ως μία από τις πιο γρήγορες και οικονομικά αποδεκτές επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν. Εάν υπάρχει μία κατάλληλη διαχείριση της πίεσης στο δίκτυο έχουμε μείωση των διαρροών, μείωση των υδραυλικών επιπτώσεων στο δίκτυο, εξοικονόμηση νερού καθώς και μειωμένα παράπονα από τους καταναλωτές ενώ παράλληλα αποφεύγουμε αρκετά προβλήματα όπως προβλήματα στην πυροπροστασία, προβλήματα με δεξαμενές οι οποίες δεν γεμίζουν κατά την διάρκεια της νύχτας και απώλεια εσόδων λόγω των διαρροών.

Ένα σωστό σχέδιο διαχείρισης της πίεσης προϋποθέτει τον σχεδιασμό του από έμπειρους μελετητές του δικτύου και περιλαμβάνει τον έλεγχο της πίεσης στο δίκτυο, την μείωση του βάθους ροής στους αγωγούς, τον έλεγχο της ροής στους αγωγούς καθώς και την εγκατάσταση βαλβίδων μείωσης πίεσης ( PRVs ).

## **2.9. Ο Δείκτης Διαρροών Υποδομών ( Infrastructure Leakage Index – ILI )**

Κατά την διαδικασία διανομής του νερού ένας σημαντικός όγκος νερού χάνεται από το δίκτυο λόγω διαρροών από τους αγωγούς και τις συνδέσεις τους ( πραγματικές απώλειες ). Ο Δείκτης Διαρροών υποδομών αντιπροσωπεύει αυτές τις απώλειες και εκφράζεται ως το πηλίκο των ετήσιων πραγματικών απωλειών ως προς τις αναπόφευκτες ετήσιες πραγματικές απώλειες. Οι τιμές του Δείκτη Διαρροών Υποδομών ( ILI ) ποικίλουν. Κατά την λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης ο Δείκτης Διαρροών υποδομών ( ILI ) επιθυμούμε να έχει τιμές κοντά στην μονάδα, δηλαδή οι ετήσιες πραγματικές απώλειες να είναι περίπου ίσες με τις αναπόφευκτες ετήσιες πραγματικές απώλειες. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι πλησιάζουμε την βέλτιστη λειτουργία του δικτύου ως προς τις πραγματικές απώλειες και υπάρχουν ελάχιστα περιθώρια περαιτέρω βελτιστοποίησης για το δίκτυο μας. Στο Σχήμα 4 φαίνονται διάφορες τιμές του Δείκτη Διαρροών Υποδομών για διάφορες κατηγορίες περιπτώσεων δικτύων ύδρευσης.

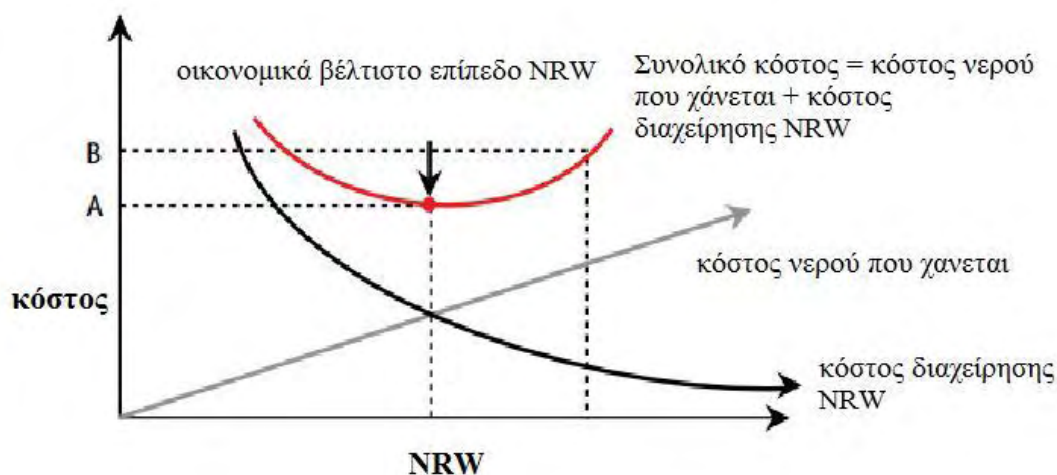
| Technical Performance Category |   | ILI | Physical Losses [litres/connection/day]<br>(when the system is pressured) at an average pressure of: |         |         |         |          |
|--------------------------------|---|-----|--|---------|---------|---------|----------|
|                                |   |     | 10m  | 20      | 30      | 40      | 50       |
| Developed Countries            | A | 1-2 |  | < 50    | < 75    | < 100   | < 125    |
|                                | B | 2-4 |  | 50-100  | 75-150  | 100-200 | 125-250  |
|                                | C | 4-8 |  | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500  |
|                                | D | > 8 |  | > 200   | > 300   | > 400   | > 500    |
| Developing Countries           | A | 1-2 | < 50   | < 100   | < 150   | < 200   | < 250    |
|                                | B | 2-4 | 50-100   | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500  |
|                                | C | 4-8 | 100-200  | 200-400 | 300-600 | 400-800 | 500-1000 |
|                                | D | > 8 | > 200  | > 400   | > 600   | > 800   | > 1000   |

Πίνακας 3: Διάφορες τιμές του Δείκτη Διαρροών Υποδομών ( ILI )

( πηγή : worldbank.org )

## 2.10. Το οικονομικά αποδεκτό επίπεδο μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW )

Πολλές φορές η επιλογή του ορίου μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού τίθεται αυθαίρετα από τους μελετητές των δικτύων ύδρευσης, χωρίς να έχει γίνει μία εκτίμηση για την αποδοτικότητα των μέτρων που θα εφαρμοστούν. Όπως σε κάθε επένδυση έτσι και στην εφαρμογή μίας στρατηγικής μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού πρέπει να καθοριστεί ένα οικονομικά όριο για την αποδοτικότητα της επένδυσης. Ένα σύνολο μέτρων για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού μπορεί να χαρακτηριστεί οικονομικά αποδεκτό αν τα χρήματα που εξοικονομούνται από την μείωση των απωλειών νερού ( μείωση στα έξοδα του δικτύου ύδρευσης ) είναι μικρότερη από τα χρήματα που ξοδεύτηκαν για την μελέτη αλλά και την εφαρμογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Ο προσδιορισμός λοιπόν του βέλτιστου οικονομικά επιπέδου μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού είναι μεγάλης σημασίας για το δίκτυο ύδρευσης. Στο Σχήμα 5 φαίνεται ποιοτικά ο προσδιορισμός του οικονομικά βέλτιστου επιπέδου μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.



Εικόνα 3: Οικονομικά βέλτιστο επίπεδο μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW )

Σαν κόστος του νερού που χάνεται υπολογίζουμε την αξία του νερού που χάνεται είτε σαν πραγματικές απώλειες είτε σαν φαινόμενες απώλειες. Η πραγματική αξία των πραγματικών απωλειών προσδιορίζεται ως ο όγκος του νερού που αντιπροσωπεύουν οι φυσικές απώλειες πολλαπλασιασμένος με τα διάφορα κόστη λειτουργίας του δικτύου. Η πραγματική αξία των φαινόμενων απωλειών υπολογίζεται ως ο όγκος των φαινόμενων απωλειών πολλαπλασιασμένων επί την μέση τιμή του νερού στο δίκτυο ύδρευσης ( Farley M (2008) ).

Το κόστος της διαχείρισης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ) προσδιορίζεται ως το συνολικό κόστος της μελέτης για την επιβολή των μέτρων ( αμοιβή ανθρώπινου δυναμικού ) της επιβολής των μέτρων ( εξοπλισμός, μεταφορές και άλλα ) και διάφορα άλλα κόστη που θα προκύψουν κατά την διαδικασία ( Farley M (2008) ).

Από το σχήμα βλέπουμε ότι όσο πιο μικρός είναι ο όγκος του Μη-ανταποδοτικού νερού τόσο πιο μεγάλο είναι το κόστος που απαιτείται για την διαχείριση του καθώς πρέπει να εφαρμοστούν ακόμη πιο στοχευόμενα μέτρα και να γίνουν ακόμα πιο ενδελεχείς μελέτες για να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση. Η κόκκινη καμπύλη αντιπροσωπεύει το συνολικό κόστος του δικτύου ύδρευσης για το Μη-ανταποδοτικό νερό ( NRW ) δηλαδή το κόστος για την διαχείριση του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ) συν το κόστος του νερού που χάνεται. Το σημείο που οι δύο καμπύλες από τα κόστη τέμνονται, δηλαδή το κατώτατο όριο της κόκκινης καμπύλης μας καθορίζει το οικονομικά βέλτιστο επίπεδο μείωσης για το Μη-ανταποδοτικό νερό ( NRW ).

### **3. ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (DESSISION SUPPORT SYSTEM – DSS) ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΗ-ΑΝΤΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ (NRW)**

Το εργαλείο DSS που θα παρουσιαστεί και χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μέσα από το πρόγραμμα WATERLOSS. Το εργαλείο DSS που αναπτύχθηκε, δεν αποτελεί μόνο ένα εργαλείο που θα βοηθήσει στην λήψη των κατάλληλων μέτρων για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού αλλά αποτελεί επίσης και ένα πολύ σημαντικό εργαλείο μάθησης σχετικά με τους δείκτες αξιολόγησης του δικτύου ύδρευσης, τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού αλλά και με μία ποιοτική αξιολόγηση για την πιθανή επίδραση των μέτρων αυτών.

#### **3.1. Κατάσταση προόδου στον τομέα των DSS**

Η έννοια των συστημάτων υποστήριξης απόφασης αναπτύχθηκε τα τελευταία 60 χρόνια. Σύμφωνα με τον Kenn (1978), η έννοια της υποστήριξης αποφάσεων έχει εξελιχθεί χάρη σε δύο κύριους τομείς έρευνας: τη θεωρητική μελέτη της οργανωτικής λήψης αποφάσεων που έγινε στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας του Carnegie στο τέλος της δεκαετίας του 1950 και στις αρχές του 1960, και των τεχνικών εργασιών σε διαδραστικά συστήματα υπολογιστών, που έγιναν κυρίως στο MIT τη δεκαετία του 1960 ( [www.wikipedia.gr](http://www.wikipedia.gr) ). Στα μέσα της δεκαετίας του 1970 ο τομέας της ανάπτυξης συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων έγινε ξεχωριστός τομέας έρευνας, ενώ αναπτύχθηκε ραγδαία κατά την δεκαετία του 1980.

Με τον όρο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων εννοούμε μία εφαρμογή βασισμένη σε υπολογιστή με στόχο την γρηγορότερη επεξεργασία των στοιχείων και την παροχή βοήθειας προς τον χρήστη έτσι ώστε να καταλήξει πιο εύκολα και πιο γρήγορα στην λήψη των καλύτερων δυνατών αποφάσεων για την περίπτωση του.

Κάθε DSS έχει τρεις βασικά συστατικά :

1. Τη βάση δεδομένων
2. Το μοντέλο, δηλαδή τα κριτήρια του χρήστη και το πλαίσιο απόφασης
3. Το περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον χρήστη.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό σημαντικό στοιχείο στην σωστή λειτουργία ενός DSS είναι ο χρήστης του.

Ο Daniel Power έχει ταξινομήσει τα DSS σύμφωνα με τον τρόπο βοήθειας τους σε :

1. Οδηγούμενο από την επικοινωνία DSS ( υποστηρίζει πολλούς χρήστες )
2. Οδηγούμενο από τα δεδομένα ή προσανατολισμένο στα δεδομένα DSS ( δίνεται έμφαση στον χειρισμό χρονοσειρών, εσωτερικών αλλά και εξωτερικών δεδομένων )
3. Οδηγούμενο από τα έγγραφα DSS ( διαχειρίζεται, ανακτά και χειρίζεται αδόμητες πληροφορίες από μια ποικιλία ηλεκτρονικών μορφών )

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



4. Οδηγούμενο από την γνώση DSS ( παρέχει ειδικευμένη τεχνική εμπειρία για την επίλυση προβλημάτων την οποία και αποθηκεύει ως γεγονότα , διαδικασίες, ή σε παρόμοιες δομές )
5. Οδηγούμενο από το μοντέλο DSS (χρησιμοποιεί δεδομένα και παραμέτρους που εισάγει ο χρήστης για να τον βοηθήσει να αναλύσει μία κατάσταση )

Το DSS που θα παρουσιαστεί αποτελεί ένα συνδυασμό δύο βασικών κατηγοριών DSS των οδηγούμενων από την γνώση και των οδηγούμενων από τα στοιχεία DSS.

Ακόμα μία ταξινόμηση έχει γίνει για τα DSS από τους Holsapple και Whinston. Σύμφωνα με αυτή την ταξινόμηση τα DSS μπορούν να χωριστούν :

1. Προσανατολισμένα στο κείμενο DSS
2. Προσανατολισμένα σε βάσεις δεδομένων DSS
3. Προσανατολισμένα σε προγράμματα υπολογιστικών φύλλων DSS
4. Προσανατολισμένα στην επίλυση DSS
5. Προσανατολισμένα στους κανόνες DSS
6. Ενιαία DSS

Το DSS που θα παρουσιαστεί αποτελεί πάλι ένα συνδυασμό δύο κατηγοριών DSS των προσανατολισμένων σε βάσεις δεδομένων και των προσανατολισμένων στους κανόνες.

Όπως όλα τα DSS έτσι και αυτό που θα παρουσιαστεί παρακάτω έχει τέσσερις βασικούς πυλώνες λειτουργίας:

1. Εισροές από τον χρήστη. Ο κάθε χρήστης πρέπει να εισάγει τους δείκτες αξιολόγησης για το δίκτυο του.
2. Γνώση και εμπειρία από τον χρήστη. Για να καταλήξει το DSS στον κατάλογο των πλέον σημαντικών μέτρων για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού καλείται βάση των γνώσεων και της εμπειρίας του να αποφασίσει πιο από τα υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού θα στοχεύουν να μειώσουν τα μέτρα.
3. Εκροές. Το DSS βάση των δεδομένων εισόδου από τον χρήστη υπολογίζει το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο ύδρευσης και μετέπειτα ο χρήστης καλείται να αποφασίσει που θα στοχεύουν τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.

Σαν αποτελέσματα το DSS επιστρέφει ένα κατάλογο μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερό ταξινομημένων με διάφορα κριτήρια ( η επιλογή του κριτηρίου ταξινόμησης των μέτρων εξαρτάται από την επιλογή του εκάστοτε χρήστη ).

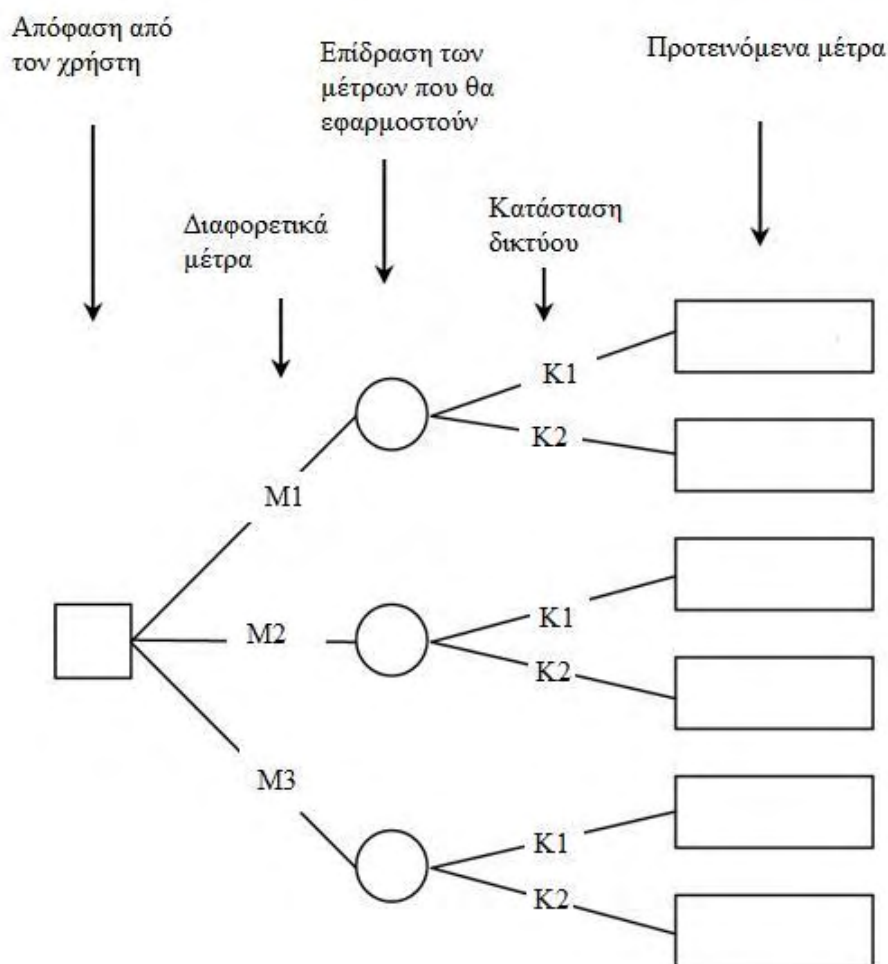


### 3.2. Το συγκεκριμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων DSS και η καινοτομίες που εφαρμόστηκαν σε αυτό

Στο DSS που θα παρουσιαστεί εφαρμόστηκαν πολλές καινοτομίες κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του καθώς :

1. Έγινε τυποποίηση των δεδομένων εισόδου από τον χρήστη
2. Εφαρμόστηκε το δενδροτό σύστημα απόφασης
3. Καθορίστηκε ένας ημι-ποσοτικός – ποιοτικός διαχωρισμός ( ταξινόμηση ) των προτεινόμενων μέτρων.

Το Σχήμα 4 παρουσιάζει ένα διάγραμμα ροής για το δενδροτό σύστημα απόφασης που εφαρμόστηκε στο DSS



Εικόνα 4 : Το δενδροτό σύστημα απόφασης που χρησιμοποιήθηκε από το DSS

Όπως φαίνεται και στο σχήμα αρχικά ο χρήστης καλείται να επιλέξει σε ποιο από τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού θα στοχεύσει με τα μέτρα να μειώσει. Στην συνέχεια το DSS βρίσκει τα κατάλληλα μέτρα μείωσης του συστατικού αυτού και

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

υπολογίζει την πιθανή επίδραση τους στο δίκτυο. Μετέπειτα λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβλητές που εισήγαγε ο χρήστης ( τους δείκτες αξιολόγησης του δικτύου ύδρευσης ) καταλήγει στα πιο αποτελεσματικά μέτρα. Τέλος σαν αποτέλεσμα το DSS καταλήγει σε ένα κατάλογο των βέλτιστων μέτρων ταξινομημένων με σειρά προτεραιότητας ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη.

### **3.3. Ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του DSS**

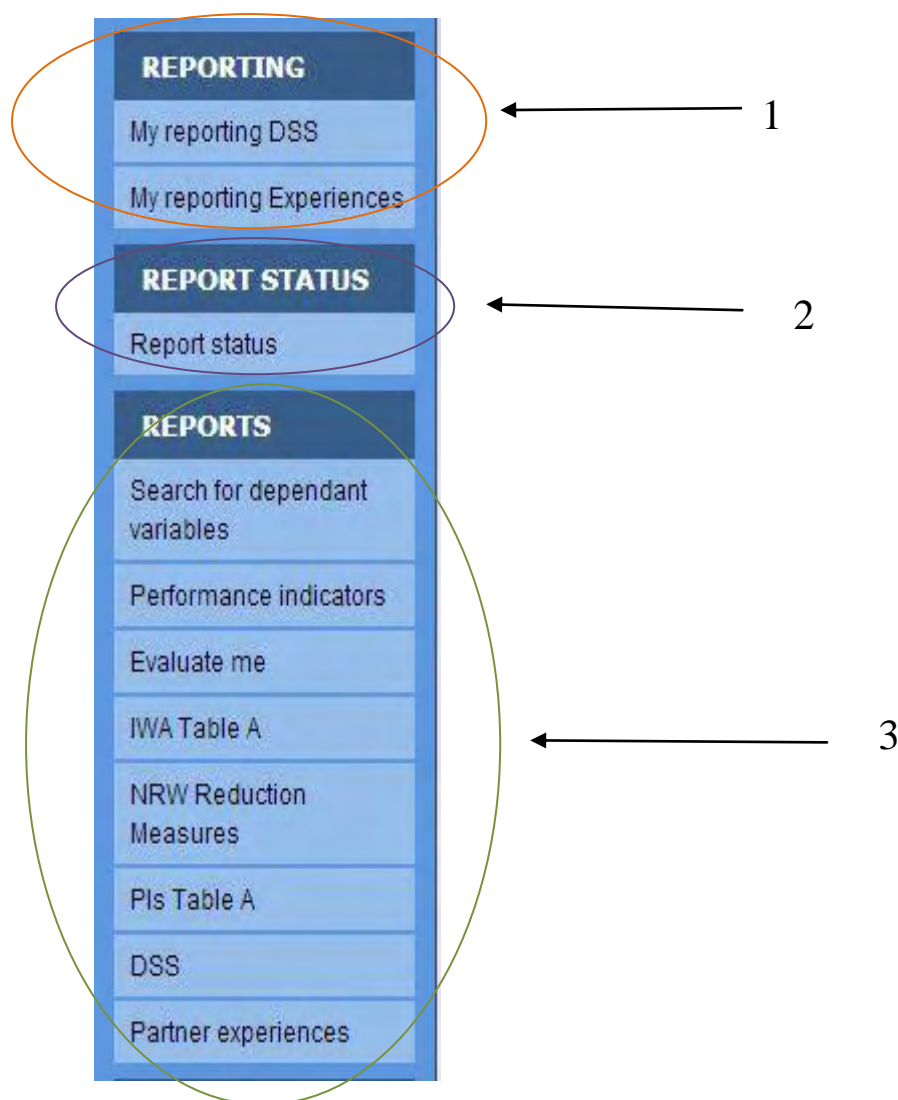
Ακόμα μία καινοτόμος ιδέα που εφαρμόστηκε στο DSS είναι ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας που αναπτύχθηκε. Μετά την εφαρμογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ο κάθε χρήστης καλείται να στείλει μία ανατροφοδότηση σχετικά με τα μέτρα που εφάρμοσε. Ο κάθε χρήστης πρέπει να αναφέρει ποία ακριβώς μέτρα εφαρμόστηκαν πόσο μειώθηκε το Μη-ανταποδοτικό νερό σε κάθε δίκτυο και άλλα διάφορα κυρίως ποσοτικά στοιχεία.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του εργαλείου είναι απαραίτητο να έχει σταλεί ανατροφοδότηση σχετικά με τα μέτρα που έχουν εφαρμοστεί από έναν σημαντικό όγκο χρηστών του DSS. Εάν στείλουν πολλοί χρήστες ανατροφοδότηση στο DSS σχετικά με τα μέτρα που εφαρμόστηκαν τότε το DSS θα είναι σε θέση να υπολογίσει για κάθε μέτρο που προτείνει διάφορες μέσες τιμές ( όπως κατά μέσο όρο πόσος όγκος Μη-ανταποδοτικού νερού εξοικονομείται από την εφαρμογή του συγκεκριμένου μέτρου κατά μέσο όρο ), γεγονός που θα συμβάλει ουσιαστικά στην ακόμα καλύτερη ταξινόμηση των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Πρέπει να σημειωθεί ότι το εργαλείο DSS δεν μπορεί να αξιολογήσει τα στοιχεία που ανατροφοδοτούνται από τους χρήστες με αποτέλεσμα ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του να είναι τόσο ακριβής όσο τα στοιχεία που ανατροφοδοτούνται από τους χρήστες του DSS.

### **3.4. Παρουσίαση του εργαλείου DSS**

Το συγκεκριμένο εργαλείο DSS μπορεί να το χρησιμοποιήσει οποιοσδήποτε χρήστης από τον πιο αρχάριο έως τον πιο έμπειρο, καθώς όχι μόνο βοηθάει στην διαχείριση και βελτίωση ενός δικτύου ύδρευσης αλλά ταυτόχρονα αποτελεί και ένα πολύ σημαντικό εργαλείο μάθησης μέσω των διάφορων επιλογών που υπάρχουν στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS.

Το εργαλείο DSS δέχεται σαν εισαγωγές από τον χρήστη τις μεταβλητές του δικτύου ύδρευσης καθώς και τα όρια του κάθε χρήστη. Επίσης όπως προαναφέραμε ο κάθε χρήστης καλείται να ανατροφοδοτήσει το εργαλείο DSS σχετικά με τα μέτρα που εφαρμόστηκαν και τα αποτελέσματα που έλαβε από αυτά. Το εργαλείο DSS αφού επεξεργαστεί τα δεδομένα που εισάγαγε ο κάθε χρήστης και ανάλογα με τις επιλογές του κάθε χρήστη σχετικά με το πιο υποσυστατικό του Μη-ανταποδοτικού νερού θέλει να μειώσει επιστρέφει στον χρήστη έναν κατάλογο των πιο αποτελεσματικών μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού για το δίκτυο ύδρευσης του κάθε χρήστη. Το εργαλείο DSS προσφέρει τέλος 6 επιλογές σχετικά με το κριτήριο ταξινόμησης των μέτρων και η τελική επιλογή της ταξινόμησης εξαρτάται από τον χρήστη.



Εικόνα 5 : Οι δυνατότητες της πλατφόρμας του εργαλείου DSS

Η πλατφόρμα του εργαλείου DSS μπορεί να χωριστεί σε τρία βασικά μέρη:

1. Υποβολή των στοιχείων του κάθε χρήστη ( Reporting )
2. Κατάσταση στοιχείων που έχουν αποσταλεί ( Reporting status )
3. Τα στοιχεία του κάθε χρήστη ( Reports )

### 3.5. Υποβολή των στοιχείων του κάθε χρήστη (Reporting )

Η υποβολή των στοιχείων του κάθε χρήστη χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες :

1. Την υποβολή των στοιχείων του κάθε χρήστη για το δίκτυο του , δηλαδή των μεταβλητών του δικτύου του ( My reporting DSS )
2. Την υποβολή των εμπειριών του κάθε χρήστη σχετικά με τα μέτρα που εφάρμοσε και τα αποτελέσματα που έλαβε από αυτά ( My reporting Experiences )

Όπως έχουμε προαναφέρει κατά την διαδικασία της ανάπτυξης του εργαλείου DSS έγινε μία τυποποίηση των δεδομένων εισόδου από τους χρήστες. Έτσι ο κάθε

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

χρήστης καλείται να υποβάλει μία μειωμένη λίστα μεταβλητών ( 55 δείκτες απόδοσης ) τους οποίους και χρησιμοποιεί το εργαλείο DSS για να προτείνει στον κάθε χρήστη τα κατάλληλα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Στον πίνακα 3 φαίνονται οι μεταβλητές που καλείται να υποβάλει ο κάθε χρήστης.

| Συντομογραφία | Περιγραφή   |
|---------------|---|
| A11           | Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση  |
| A12           | Μη-τιμολογούμενη μη-μετρούμενη κατανάλωση   |
| A16           | Μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση   |
| A17           | Ανακρίβειες μετρητών  |
| A18           | Φαινόμενες απώλειες   |
| A19           | Πραγματικές απώλειες  |
| A23           | Νερό που δεν ανακτάται  |
| A24           | Τιμολογούμενο νερό που πληρώνεται   |
| A25           | Διαφορά παγίου  |
| A3            | Εισερχόμενο νερό στο δίκτυο   |
| A8            | Τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση   |
| A9            | Τιμολογούμενη μη-μετρούμενη κατανάλωση  |
| C2            | Χωρητικότητα για την αποθήκευση του νερού   |
| C22           | Βαλβίδες απομόνωσης   |
| C23           | Κρουνοί   |
| C24           | Συνδέσεις καταναλωτών   |
| C25           | Μέσο μήκος σύνδεσης καταναλωτή  |
| C26           | Δεξαμενές σε ταράτσες   |
| C28           | Μετρητές νερού με ηλικία μικρότερη των 5 ετών   |
| C29           | Μετρητές νερού με ηλικία μεταξύ 5 και 10 ετών   |
| C8            | Μήκος αγωγών  |
| C9            | Μήκος αγωγών διανομής   |
| CI101         | Μέγεθος μεγαλύτερης στεγανής υποζώνης   |
| CI102         | Όγκος έκπλυσης στην περίοδο μελέτης   |
| CI16          | Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση συστήματος   |
| CI36          | Αγωγοί χυτοσίδηρου  |
| CI37          | Αγωγοί όλκιμου σιδήρου  |
| CI38          | Αγωγοί από χάλυβα   |
| CI39          | Σιδηροσωλήνες χωρίς επαρκή αντιδιαβρωτική προστασία, σαν ποσοστό των ανώτερων υλικών αγωγών |
| CI59          | Μολύβδινες συνδέσεις καταναλωτών  |
| CI78          | Πυκνότητα πληθυσμού   |
| CI91          | Ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία αέρα  |
| D10           | Διαρροές που επισκευάστηκαν κατά τον ενεργό έλεγχο διαρροών                                 |
| D11           | Επιθεώρηση κρουνών  |

|     |  |
|-----|--|
| D20 | Αποκατάσταση αγωγών  |
| D24 | Αποκατάσταση συνδέσεων καταναλωτών                                       |
| D28 | Αστοχίες αγωγών  |
| D29 | Αστοχίες συνδέσεων καταναλωτών   |
| D34 | Μέση πίεση λειτουργίας   |
| D39 | Συχνότητα καταγραφής των μετρήσεων των υδρομετρητών οικιακών καταναλωτών |
| D40 | Συχνότητα καταγραφής των μετρήσεων των υδρομετρητών βιομηχανικών πελατών |
| D41 | Συχνότητα καταγραφής των μετρήσεων των υδρομετρητών πελατών χονδρικής    |
| D42 | Συχνότητα καταγραφής των μετρήσεων των υδρομετρητών πελατών              |
| D44 | Υδρομετρητές σε λειτουργία   |
| D45 | Αντικατάσταση υδρομετρητών   |
| D7  | Καθαρισμός δεξαμενών αποθήκευσης   |
| D8  | Επιθεώρηση δικτύου   |
| D9  | Έλεγχος διαρροών   |
| E6  | Υδρομετρητές άμεσων πελατών  |
| E7  | Υδρομετρητές οικιακών πελατών  |
| E8  | Υδρομετρητές βιομηχανικών πελατών  |
| E9  | Υδρομετρητές μεγάλων πελατών   |
| H1  | Περίοδος μελέτης   |
| H2  | Χρόνο που το υδροδοτικό σύστημα λειτουργεί υπό πίεση                     |

*Πίνακας 4: Οι μεταβλητές που καλείται να στείλει ως εισαγωγές στο εργαλείο DSS ο κάθε χρήστης.*

Για να στείλει ο κάθε χρήστης τις μεταβλητές που χρειάζονται από το σύστημα καλείται να ακολουθήσει μερικά απλά βήματα.

Εικόνα 6: Αποστολή στοιχείων στο εργαλείο DSS

1. Επιλογή τύπου στοιχείων που θέλει να στείλει
2. Επιλογή τρόπου αποστολής στοιχείων ( έχει τρεις δυνατότητες)
3. Αφού γίνει προεπισκόπηση των αρχείων που θέλει να στείλει ο χρήστης επιβεβαίωση ότι συμφωνεί με τις τιμές και τα στοιχεία που εμφανίζονται
4. Επιλογή του κουμπιού Send και αποστολή των αρχείων.

Ο κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να στείλει τους δείκτες απόδοσης με 3 διαφορετικούς τρόπους :

1. Να στείλει τις μεταβλητές με ηλεκτρονική μορφή στο εργαλείο DSS ( αρχείο Excel, text )
2. Να κάνει αντιγραφή επικόλληση των στοιχείων στο ειδικό παράθυρο που υπάρχει στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS
3. Να στείλει γραμμή με γραμμή τις μεταβλητές στο σύστημα.

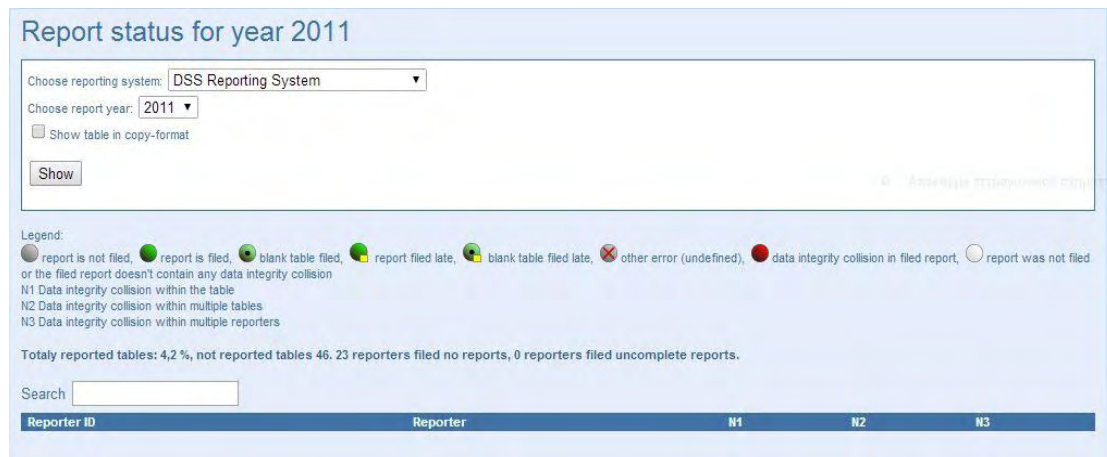
Μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS παρέχεται αρκετή βοήθεια προς τον αρχάριο κυρίως χρήστη για τον τρόπο αποστολής των αρχείων. Ο χρήστης έχει δυνατότητα να παρακολουθήσει ένα αναλυτικό βίντεο οδηγιών για το πώς πρέπει να ετοιμάσει και να στείλει τα αρχεία του. Επίσης του δίνεται η δυνατότητα να κατεβάσει διάφορα αρχεία ( sample files ) με τυχαίες τιμές από μία περιοχή έτσι ώστε να δει και να κατανοήσει τι μορφή πρέπει να έχουν τα αρχεία του. Τέλος του δίνεται η δυνατότητα να κατεβάσει το τελευταίο αρχείο που έχει στείλει κάποιος άλλος χρήστης.

Επίσης ο χρήστης καλείται για την βελτίωση του εργαλείου DSS να στείλει μετά την εφαρμογή των μέτρων να στείλει και μια ανατροφοδότηση σχετικά με τα ποια μέτρα εφαρμόσε και τα αποτελέσματα που έλαβε από αυτά. Και σε αυτή την περίπτωση ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία με την αποστολή των αρχικών μεταβλητών του χρήστη με την μόνη διαφορά ότι η αποστολή των εμπειριών του κάθε χρήστη δεν είναι υποχρεωτική για να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS και ότι η αποστολή των εμπειριών γίνεται στο τέλος μετά την επιβολή των μέτρων και αφού έχει περάσει ένα



αξιόλογο χρονικό διάστημα προκειμένου ο κάθε χρήστης να μπορέσει να αξιολογήσει τα αποτελέσματα που έλαβε από την επιβολή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.

### 3.6. Η κατάσταση των στοιχείων που έχουν σταλεί



Εικόνα 7 : Κατάσταση αναφορών

Μέσα από την πλατφόρμα του εργαλείου DSS δίνεται η δυνατότητα να δει την κατάσταση των στοιχείων ( δεδομένων που έχει ήδη στείλει ). Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει για ποια κατηγορία δεδομένων επιθυμεί να δει την κατάσταση αλλά και για ποια χρονολογία. Επίσης το εργαλείο DSS δίνει την επιλογή στον χρήστη να εμφανίσει τους πίνακες που έχουν σταλεί σε αντιγράψιμη μορφή. Ανάλογα με την κατάσταση των αρχείων το εργαλείο τα χαρακτηρίζει με οκτώ διαφορετικούς χαρακτηρισμούς ( Σχήμα 8 )



Εικόνα 8: Πιθανοί χαρακτηρισμοί των απεσταλμένων αρχείων από το εργαλείο DSS

### 3.7. Τα στοιχεία του κάθε χρήστη ( Reports )

Σε αυτόν τον τομέα της πλατφόρμας του εργαλείου DSS υπάρχει και ο πυρήνας του εργαλείου καθώς εδώ είναι συγκεντρωμένες όλες οι πληροφορίες που χρειάζεται ο κάθε χρήστης για να εμβαθύνει την γνώση του πάνω στην διαχείριση ενός δικτύου ύδρευσης. Επίσης σε αυτόν τον τομέα είναι συγκεντρωμένες και όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού τους δείκτες αξιολόγησης αλλά και οι εμπειρίες που έχουν σταλεί από τους χρήστες ως ανατροφοδότηση προς το εργαλείο DSS για την εφαρμογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού και τα αποτελέσματά τους. Τέλος σε αυτόν τον τομέα της πλατφόρμας του εργαλείου DSS υπάρχει και η υπολογιστική διαδικασία του

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

εργαλείου DSS που βοηθάει τον χρήστη στην εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου για το δίκτυο ύδρευσης του αλλά και την επιλογή των βέλτιστων μέτρων για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού.

Πιο αναλυτικά σε αυτόν τον τομέα ο χρήστης έχει τις επιλογές:

1. Αναζήτηση εξαρτημένων μεταβλητών
2. Δείκτες αξιολόγησης
3. Αξιολόγηση του δικτύου μου
4. Πίνακας IWA A
5. Μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού
6. Πίνακας A δεικτών αξιολόγησης
7. Το εργαλείο DSS
8. Εμπειρίες χρηστών

### 3.7.1. Αναζήτηση εξαρτημένων μεταβλητών

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το εργαλείο DSS δεν αποτελεί μόνο ένα χρήσιμο εργαλείο πάνω στην διαχείριση ενός δικτύου ύδρευσης αλλά ταυτόχρονα αποτελεί και ένα σημαντικό τρόπο μάθησης πάνω στα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.

Στο πρώτο κομμάτι του τρίτου τομέα του εργαλείου DSS ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει από ποιές μεταβλητές εξαρτάται κάποιος δείκτης απόδοσης. Αρχικά ο χρήστης επιλέγει τον δείκτη ( ή τους δείκτες ) απόδοσης που επιθυμεί ( Σχήμα 9 ) και στην συνέχεια το εργαλείο DSS επιστρέφει μία λίστα με τις μεταβλητές από τις οποίες εξαρτάται ο κάθε δείκτης ( Σχήμα 10 ). Έτσι ο χρήστης είναι σε θέση να γνωρίζει ποιές μεταβλητές πρέπει να μετρηθούν προκειμένου να υπολογίσει τους δείκτες απόδοσης για το δίκτυο του.

The screenshot displays the 'WATERLOSS DSS platform' interface. On the left is a navigation menu with options: Log out, Home, REPORTING (My reporting DSS, My reporting Experiences), REPORT STATUS (Report status), and REPORTS (Search for dependant variables, Performance indicators, Evaluate me, IWA Table A, NRW Reduction Measures, Pls Table A). The main area is titled 'Select performance indicators (1 selected)' and contains a table with three columns: Indicator, Description, and Treatment. The 'Water interruptions' indicator (QS13) is selected. Below the table is a 'Get dependant variables' button.

| Indicator                                | Description   | Treatment                         |
|--|---|-----------------------------------|
| Ph7                                      | Energy recovery                                       |                                   |
| Ph8                                      | Valve density   | Transmission and distribution     |
| Ph9                                      | Hydrant density                                       | Transmission and distribution     |
| QS1                                      | Households and businesses supply coverage             | Service coverage                  |
| QS10                                     | Pressure of supply adequacy                           | Pressure and continuity of supply |
| QS11                                     | Bulk supply adequacy                                  | Pressure and continuity of supply |
| QS12                                     | Continuity of supply                                  | Pressure and continuity of supply |
| <input checked="" type="checkbox"/> QS13 | Water interruptions                                   | Pressure and continuity of supply |
| QS14                                     | Interruptions per connection                          | Pressure and continuity of supply |
| QS15                                     | Bulk supply interruptions                             | Pressure and continuity of supply |
| QS16                                     | Population experiencing restrictions to water service | Pressure and continuity of supply |
| QS17                                     | Days with restrictions to water service               | Pressure and continuity of supply |
| QS18                                     | Quality of supplied water                             | Quality of supplied water         |
| QS19                                     | Aesthetic tests compliance                            | Quality of supplied water         |
| QS2                                      | Buildings supply coverage                             | Service coverage                  |
| QS20                                     | Microbiological tests compliance                      | Quality of supplied water         |

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

Εικόνα 9: Επιλογή δείκτη απόδοσης

Select performance indicators (1 selected)

| Indicator                                | Description   |
|--|---|
| Ph1                                      | Valve density   |
| Ph8                                      | Valve density   |
| Ph9                                      | Hydrant density                                       |
| QS1                                      | Households and businesses supply coverage             |
| QS10                                     | Pressure of supply adequacy                           |
| QS11                                     | Bulk supply adequacy                                  |
| QS12                                     | Continuity of supply                                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> QS13 | Water interruptions                                   |
| QS14                                     | Interruptions per connection                          |
| QS15                                     | Bulk supply interruptions                             |
| QS16                                     | Population experiencing restrictions to water service |
| QS17                                     | Days with restrictions to water service               |
| QS18                                     | Quality of supplied water                             |
| QS19                                     | Aesthetic tests compliance                            |
| QS2                                      | Buildings supply coverage                             |
| QS20                                     | Microbiological tests compliance                      |

Get dependant variables

Dependant variables (3 found)

| V ID | Name                    | Description                             |
|------|-------------------------|---|
| D35  | D35 Water interruptions | D35 Water interruptions [persons*hours] |
| F1   | F1 Population supplied  | F1 Population supplied [persons]        |
| H1   | H1 Assessment period    | H1 Assessment period [days]             |

Εικόνα 10: Λίστα εξαρτημένων μεταβλητών

### 3.7.2. Δείκτες αξιολόγησης

Αυτό το κομμάτι του εργαλείου είναι στην ουσία μία μεγάλη βάση δεδομένων σχετικά με τους δείκτες απόδοσης των δικτύων ύδρευσης. Ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει έναν συγκεκριμένο δείκτη απόδοσης, μπορεί να ταξινομήσει τους δείκτες απόδοσης βάση διαφορετικών κριτηρίων, μπορεί να δει την περιγραφή του κάθε δείκτη απόδοσης, μπορεί να δει τον μαθηματικό τύπο υπολογισμού του κάθε δείκτη απόδοσης τις μεταβλητές από τις οποίες εξαρτάται ο κάθε δείκτης (μόνο την συντομογραφία τους όχι την πλήρη περιγραφή τους όπως στο προηγούμενο βήμα), τις μονάδες που έχει ο κάθε δείκτης απόδοσης καθώς και διάφορα σχόλια πάνω στους δείκτες απόδοσης. Τέλος δίνεται η επιλογή στον χρήστη να κάνει εξαγωγή του πίνακα των δεικτών απόδοσης σε αρχείο Excel.



|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| Log out                        | Shows performance indicators  |   |
| Home                           | <a href="#">Export to Excel</a>   |   |
| <b>REPORTING</b>               | Search <input type="text"/>   |   |
| My reporting DSS               |   |   |
| My reporting Experiences       |   |   |
| <b>REPORT STATUS</b>           |   |   |
| Report status                  |   |   |
| <b>REPORTS</b>                 |   |   |
| Search for dependant variables |   |   |
| Performance indicators         |   |   |
| Evaluate me                    |   |   |
| IWA Table A                    |   |   |
| NRW Reduction Measures         |   |   |
| PIs Table A                    |   |   |
| DSS                            |   |   |
| Partner experiences            |   |   |
| PI ID                          | PI_Group  | PI_Name   |
| Filter: All                    | Filter: All   | Filter: All   |
| F11                            | Revenues  | Unit revenue  |
| F110                           | Composition of running costs per type of costs                          | Electrical energy costs   |
| F111                           | Composition of running costs per type of costs                          | Other costs   |
| F112                           | Composition of running costs per main function of the water undertaking | General management functions costs                              |
| F113                           | Composition of running costs per main function of the water undertaking | Human resources management functions costs                      |
| F114                           | Composition of running costs per main function of the water undertaking | Financial and commercial functions costs                        |
| F115                           | Composition of running costs per main function of the water undertaking | Customer service functions costs                                |
| F116                           | Composition of running costs per main function of the water undertaking | Technical services functions costs                              |
| F117                           | Composition of running costs per technical function activity            | Water resources and catchment management costs                  |
| F118                           | Composition of running costs per technical function activity            | Abstraction and treatment costs                                 |
| F119                           | Composition of running costs per technical function activity            | Transmission, storage and distribution costs                    |
| F12                            | Revenues  | Sales revenues  |
| F120                           | Composition of running costs per technical function activity            | Water quality monitoring costs                                  |
| F121                           | Composition of running costs per technical function activity            | Meter management costs  |
| F122                           | Composition of running costs per technical function activity            | Support services costs  |
| F123                           | Composition of capital costs  | Depreciation costs  |
| F124                           | Composition of capital costs  | Net interest costs  |
| F125                           | Investment  | Unit investment   |
| F126                           | Investment  | Investments for new assets and reinforcement of existing assets |
| F127                           | Investment  | Investments for asset replacement and renovation                |
| F128                           | Average water charges   | Average water charges for direct consumption                    |
| F129                           | Average water charges   | Average water charges for exported water                        |
| F13                            | Revenues  | Other revenues  |
| F130                           | Efficiency  | Total cost coverage ratio                                       |
| F131                           | Efficiency  | Operating cost coverage ratio                                   |

Εικόνα 11 : Δείκτες απόδοσης

### 3.7.3. Αξιολόγηση του δικτύου μου

Αυτή η επιλογή της πλατφόρμας του εργαλείου DSS δίνει την δυνατότητα να δει πώς αξιολογείται το δίκτυο ύδρευσης του σε σχέση με τα δίκτυα ύδρευσης των άλλων χρηστών που έχουν αποστείλει δεδομένα στο εργαλείο DSS. Στο χρήστη δίνονται πληροφορίες σχετικά με την ελάχιστη αλλά και την μέγιστη τιμή που έχει παρατηρηθεί για τον κάθε δείκτη καθώς και για την μέση τιμή του. Επίσης του δίνεται η δυνατότητα μέσω ενός γραφήματος υπό την μορφή μπάρας να δει την αξιολόγηση του κάθε δείκτη του σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες απόδοσης που έχουν σταλεί από τους άλλους χρήστες. Τέλος τα δεδομένα της βάσης είναι δυνατόν να εξαχθούν σε αντιγράψιμη μορφή ( αρχείο Excel ).

| Indicator Value | Benchmarking position | IndicatorUnit                               |
|-----------------|-----------------------|---|
| Filter: All     | Filter: All           | Filter: All                                 |
|                 |                       | connections                                 |
|                 |                       | kPa   |
|                 |                       | %   |
|                 |                       | %   |
|                 |                       | person/km2                                  |
|                 |                       | °C  |
| 0,1             |                       | %   |
| 7,32            |                       | %   |
| 0,4             |                       | %   |
| 0               |                       | %/year                                      |
| -888888         |                       | No./year                                    |
| 0               |                       | %/year                                      |
| 1,6             |                       | %   |
| 259298,22       |                       | L/connection/day when system is pressurised |
| 1496979,38      |                       | L/km/day when system is pressurised         |
| 93356,7         |                       |   |
| 0               |                       | % /year                                     |
| 30,93           |                       | No./100km/year                              |
| 0               |                       | No./1000 connections/year                   |

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

Εικόνα 12: Η αξιολόγηση του δικτύου μου

### 3.7.4. IWA πίνακας A

Σε αυτό τον πίνακα συγκεντρώνονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με τις μεταβλητές IWA για τις οποίες έχουν σταλεί δεδομένα στο εργαλείο DSS από τους χρήστες. Ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει τις μεταβλητές που επιθυμεί. Επίσης δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ταξινομηθούν οι μεταβλητές με διάφορα κριτήρια. Τέλος είναι δυνατόν να εξαχθεί ο πίνακας σε μορφή αρχείου Excel.

[Export to Excel](#)
Search 

| Partner       | Year               | A0_WSS_ID     | A1_Annual_yield_capacity_of_own_resources | A2   |
|---------------|--------------------|---------------|---|------|
| Filter: All ▼ | Filter: All ▼      | Filter: All ▼ | Filter: All ▼                             | Fi   |
| AMB           | 2010               | WSS 1         | 3500000,000                               | 103  |
| DEYAK         | 2009               | DEYAK         |   |      |
| DEYAK         | 2010               | DEYAK         |   |      |
| DH            | 2010               | VIAS          | 357968,000                                | 0,00 |
| PO            | 2008               | CS1_ARG       | 0,000                                     | 206  |
| PO            | 2009               | CS1_ARG       | 0,000                                     | 214  |
| PO            | 2010               | CS1_ARG       | 0,000                                     | 212  |
| PO            | 2010 (2nd version) | CS1_ARG       | 0,000                                     | 212  |
| PO            | 2007               | CS2_BAHO      | 258981,000                                | 0,00 |
| PO            | 2008               | CS2_BAHO      | 231778,000                                | 0,00 |
| PO            | 2009               | CS2_BAHO      | 220242,000                                | 0,00 |
| PO            | 2010               | CS2_BAHO      | 220159,000                                | 0,00 |
| PO            | 2010 (2nd version) | CS2_BAHO      | 290147,000                                | 0,00 |
| PO            | 2011               | CS2_BAHO      | 277362,000                                | 0,00 |
| PO            | 2009               | CS3_THUIR     | 1129799,000                               | 0,00 |
| PO            | 2010               | CS3_THUIR     | 1006355,000                               | 0,00 |
| PO            | 2010 (2nd version) | CS3_THUIR     | 1006355,000                               | 0,00 |
| WBN           | 2007               | WBN1_24       | 0,000                                     | 0,00 |
| WBN           | 2010               | WBN1_24       | 0,000                                     | 0,00 |
| WBN           | 2011               | WBN1_25       | 0,000                                     | 0,00 |

Εικόνα 13: Ο πίνακας A IWA





### 3.7.5. Μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW )

Μια από τις πιο σημαντικές και ενδιαφέρουσες επιλογές στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS είναι η επιλογή για τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Σε αυτόν τον τομέα δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να αναζητήσει κάποιο μέτρο μείωσης καθώς και να βρει την πλήρη περιγραφή του κάθε μέτρου , την ταξινόμηση του μέτρου καθώς και σε μερικά μέτρα πρόσθετες πληροφορίες σε μορφή PDF ή HTML. Τα μέτρα έχουν χωριστεί σε κατηγορίες ανάλογα με την στόχευση τους. Έτσι μπορούμε να βρούμε 5 κύριες ομάδες μέτρων :

1. Μέτρα για την μείωση της Μη-τιμολογούμενης εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης
2. Μέτρα για την μείωση των πραγματικών απωλειών
3. Μέτρα για την μείωση των φαινόμενων απωλειών



4. Μέτρα για την μείωση της τιμολογούμενης αλλά μη-εισπραττόμενης κατανάλωσης
5. Γενικά μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού

|       |  |
|-------|--|
| RM-02 | Advanced hydraulic model development – continuous run of hydraulic model – nowcasting – verification with monitoring results<br>Hydraulic modelling of the WSS is an important tool for the verification of the status of the system. Well calibrated hydraulic model correspond to the situation in the system. It raises the general understanding on the behaviour of the system its general optimization. It coherently addresses the water balance of the system addressing NRW and component water losses.<br>Timeframe: ★★★★★ Importance: ★★★★★ OrganizationalComplexity: ★★★★★ <a href="#">Commercial reference (PDF)</a> <a href="#">Reference (HTML)</a>   |
| RM-04 | Calibration of water meters, managing inaccuracy of water meters, age of water meters<br>Water meters are devices used for the measurement of the total consumption of water in given time by different users (households and industry). They are subject to calibration and maintenance (validation). Accurate measurements of water consumed is essential for the understanding of water balance in WSS.<br>Timeframe: ★★★★★ Importance: ★★★★★ OrganizationalComplexity: ★★★★★ <a href="#">Reference (PDF)</a>    |
| RM-14 | Planning process standards<br>Standards for the pipe laying depth depend largely on freezing depth, other standards which are applicable (i.e. standard depths, standard casings for different load conditions, standard materials for different environments...). Standards adapted to local conditions – frost depth, geo-mechanics, soil conditions...<br>Timeframe: ★★★★★ Importance: ★★★★★ OrganizationalComplexity: ★★★★★ <a href="#">Reference (PDF)</a>   |
| RM-17 | Constructed WSS commission process standards   |

Εικόνα 14: Μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού με πρόσθετες επεξηγήσεις υπό την μορφή εξωτερικών συνδέσμων

### 3.7.6. Πίνακας Α των δεικτών απόδοσης

Στον πίνακα Α έχουν συλλεχθεί όλες οι πληροφορίες σχετικά με τους δείκτες απόδοσης των δικτύων ύδρευσης των χρηστών. Δίνεται η δυνατότητα στον κάθε χρήστη να αναζητήσει διαφορετικούς δείκτες να τους ταξινομήσει με διάφορα κριτήρια καθώς και να εξαχθεί ο πίνακας σε μορφή Excel.

[Export to Excel](#)

Search

| Partner     | Year               | A0_WSS_ID   | F46 - Non-revenue water by volume % | Op25 - Apparent losses % | Op26 - Apparent losses per system input volume % | Op29        |
|-------------|--------------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|--|-------------|
| Filter: All | Filter: All        | Filter: All | Filter: All                         | Filter: All              | Filter: All                                      | Filter: All |
| AIMB        | 2010               | WSS_1       | 10,2687680896880497                 | 1,6021472794575294       | 0,01599989204458558615                           | 10,26       |
| DEYAK       | 2009               | DEYAK       | 58,055685032803512                  |                          | 0,05194452544300188723                           | 58,05       |
| DEYAK       | 2010               | DEYAK       | 58,3503233284850761                 |                          | 0,05164958526129786335                           | 58,35       |
| DH          | 2010               | VIAS        | 41,4517498770839852                 | 41,4517498770839852      | 0,41451749877083985160                           | 0,000       |
| PO          | 2008               | CS1_ARG     |                                     |                          |  | 20,44       |
| PO          | 2009               | CS1_ARG     |                                     |                          |  | 21,36       |
| PO          | 2010               | CS1_ARG     | 20,1629999373584383                 | 4,4628109293982501       | 0,04462810929398250086                           | 20,16       |
| PO          | 2010 (2nd version) | CS1_ARG     | 20,1629999373584383                 | 1,3475000600511212       | 0,01347500060051121166                           | 20,16       |
| PO          | 2007               | CS2_BAHO    |                                     |                          |  |             |
| PO          | 2008               | CS2_BAHO    |                                     |                          |  |             |
| PO          | 2009               | CS2_BAHO    |                                     |                          |  |             |
| PO          | 2010               | CS2_BAHO    | 51,2061737199024341                 |                          |  | 50,81       |
| PO          | 2010 (2nd version) | CS2_BAHO    | 55,8844309953230604                 | 2,4125701799432701       | 0,02412570179943270135                           | 55,60       |
| PO          | 2011               | CS2_BAHO    | 55,1362479359104708                 | 2,5237775902971568       | 0,02523777590297156784                           | 54,84       |
| PO          | 2009               | CS3_THUIR   | 58,0726306183666298                 | 17,4306226151731414      | 0,17430622615173141417                           | 57,31       |

Εικόνα 15: Πίνακας Α των δεικτών απόδοσης

### 3.7.7. Εμπειρίες χρηστών

Εδώ συγκεντρώνονται όλες οι πληροφορίες που έχουν στείλει οι προηγούμενοι χρήστες ως ανατροφοδότηση για τα μέτρα που εφαρμόστηκαν. Ο κάθε χρήστης μπορεί να αναζητήσει και να ταξινομήσει τα διάφορα μέτρα με διαφορετικά κριτήρια. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να εξαχθούν όλες οι πληροφορίες σε φύλλο Excel.

[Export to Excel](#)

Search

| Pilot Area    | Measure ID    | Measure Description                | Total Cost [EUR] | Measure Unit                    |
|---------------|---------------|------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Filter: All ▼ | Filter: All ▼ | Filter: All ▼                      | Filter: All ▼    | Filter: All                     |
| Nicosia       | Ljub-3321     | Installing the PRV                 | 4600             | Reduction in water losses in m3 |
| Nicosia       | RM-59         | Install permanent acoustic loggers | 21750            | Leaks detected due to Active Le |
| Iracion       | Ljub-3321     | Installing the PRV                 | 4600             | Reduction in water losses in m3 |
| Iracion       | RM-59         | Install permanent acoustic loggers | 21750            | Leaks detected due to Active Le |

Število vrstic: 4

Εικόνα 16: Εμπειρίες χρηστών

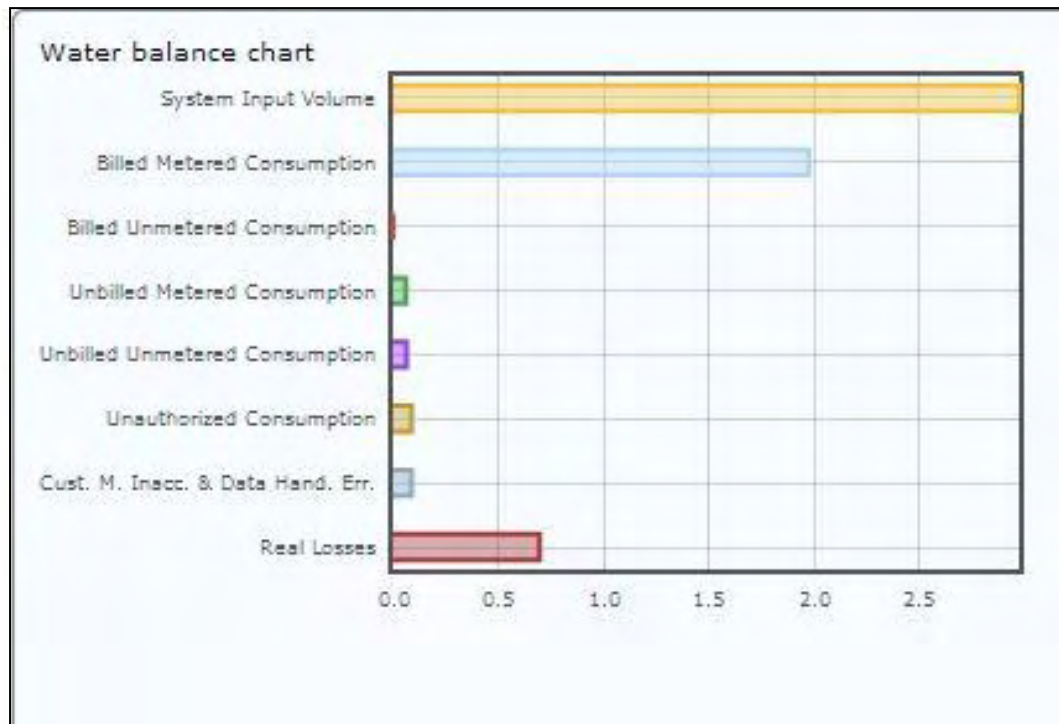
### 3.7.8. Η επιλογή DSS

Σε αυτό το κομμάτι της πλατφόρμας του εργαλείου DSS βρίσκεται όλη η διαδικασία για να μπορέσει το εργαλείο να προτείνει στον χρήστη την βέλτιστη δυνατή λύση για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού στο δίκτυο του. Η διαδικασία πριν το εργαλείο DSS προτείνει στον κάθε χρήστη τα κατάλληλα μέτρα για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού είναι φιλική προς τον χρήστη, αρκετά αυτοματοποιημένη και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

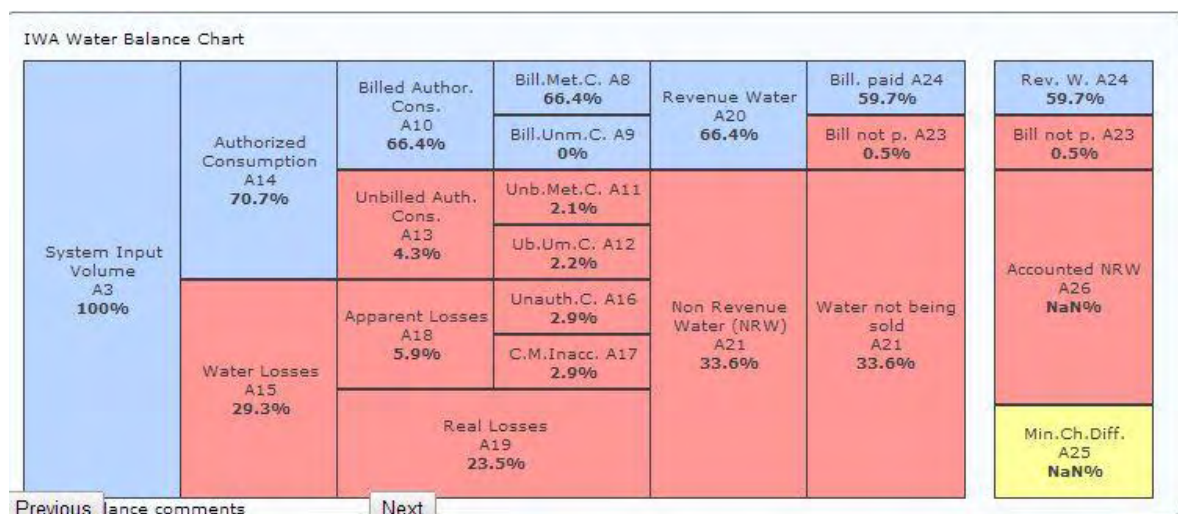
Αρχικά ο χρήστης καλείται να επιλέξει τα δεδομένα που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει καθώς και την γλώσσα με την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS ( δίνονται 4 επιλογές αγγλικά, σλοβένικα, ελληνικά, γαλλικά ) όπως επίσης και τα κατώτερα όρια που επιθυμεί ( 8 επιλογές όρια ευρωπαϊκής ένωσης, όρια Ελλάδας , όρια Σλοβενίας, όρια Γαλλίας, όρια Ιταλίας, όρια Ισπανίας, όρια Κύπρου και όρια που θα θέσει ο χρήστης ). Στην συνέχεια το εργαλείο DSS εμφανίζει τις μεταβλητές που έχει επιλέξει ο χρήστης και από κάτω εμφανίζει τους δείκτες απόδοσης του δικτύου του με πλήρη περιγραφή όπως επίσης τις μονάδες τους, τον τύπο υπολογισμού τους καθώς και τις μεταβλητές από τις οποίες εξαρτώνται. Ο χρήστης μπορεί ένα επιθυμεί να αλλάξει κάποιες μεταβλητές του δικτύου του.

Στην συνέχεια το εργαλείο DSS εμφανίζει μια προεπισκόπηση των κατώτατων ορίων. Ο κάθε χρήστης εάν το επιθυμεί έχει την δυνατότητα να αλλάξει τα όρια που έχει επιλέξει αλλά και να θέσει τα δικά του όρια.

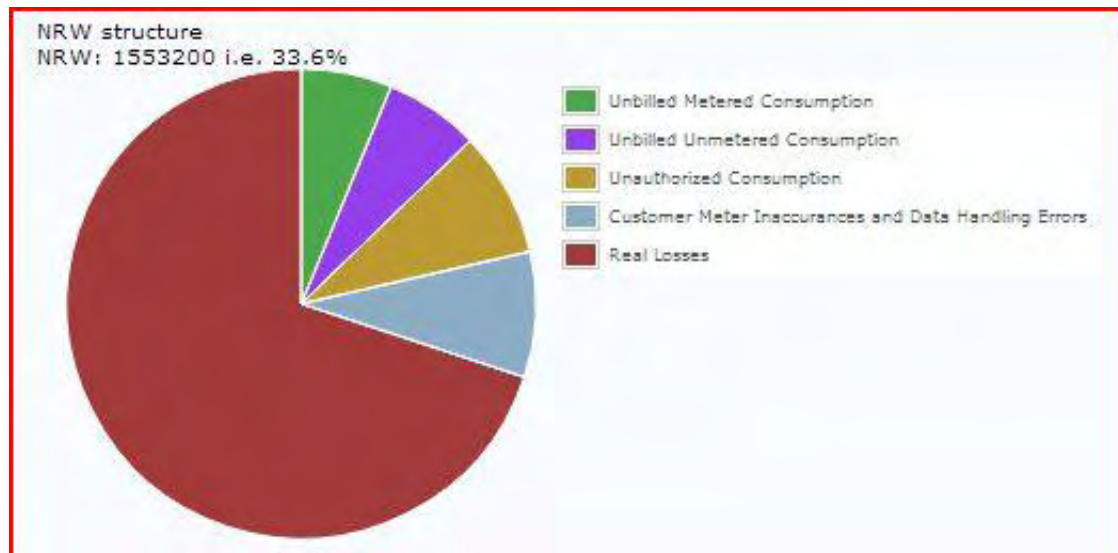
Αμέσως μετά το εργαλείο DSS υπολογίζει το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο του χρήστη και εμφανίζει τα αποτελέσματα. Το εργαλείο DSS εμφανίζει στον χρήστη το υδατικό ισοζύγιο του δικτύου με 2 τρόπους με διάγραμμα και με μορφή του πίνακα IWA standard WB ( ενώ εμφανίζονται και οι δύο τροποποιήσεις του ). Επίσης εμφανίζει ένα διάγραμμα πίτας με τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού.



Εικόνα 17: Ραβδόγραμμα υδατικού ισοζυγίου



Εικόνα 18: Υδατικό ισοζύγιο IWA



Εικόνα 19: Διάγραμμα πίτας για τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού

Από αυτό το βήμα και μετά αρχίζει να εισέρχεται στην διαδικασία επιλογής των τελικών μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού και οι προσωπικές επιλογές του κάθε χρήστη. Το εργαλείο DSS αφού έχει εκτιμήσει το υδατικό ισοζύγιο του δικτύου ύδρευσης του χρήστη των καθοδηγεί μέσα από απλά βήματα στην τελική επιλογή των μέτρων. Η τελική επιλογή εξαρτάται από τον κάθε χρήστη γιατί αυτός επιλέγει σε ποιο από τα υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού επιθυμεί να στοχεύουν τα μέτρα μείωσης που θα εφαρμόσει στο δίκτυο ύδρευσης. Έτσι το εργαλείο θα προτείνει την καλύτερη λύση βάση των δεδομένων δηλαδή των μεταβλητών που εισήγαγε ο χρήστης αλλά και των επιλογών του.

Συνεπώς ένας έμπειρος χρήστης του εργαλείου DSS με επαρκή γνώση της θεωρίας των εννοιών που χρησιμοποιεί το εργαλείο DSS ( όπως το υδατικό ισοζύγιο και το Μη- ανταποδοτικό νερό ) θα μπορέσει να επιτύχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στην μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού.

### 3.8. Το σύστημα ταξινόμησης των μέτρων

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να δοθεί στο σύστημα αξιολόγησης των μέτρων που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της ανάπτυξης του εργαλείου DSS. Η ανάπτυξη του συστήματος ταξινόμησης ήταν μια διαδικασία που απαιτούταν να γίνει προκειμένου ο κάθε χρήστης να μπορεί να επωφεληθεί όσο το δυνατόν πιο πολύ από την χρήση του εργαλείου DSS. Στα πλαίσια της ανάπτυξης του συστήματος ταξινόμησης έγινε ένας ημι-ποσοτικός διαχωρισμός των μέτρων. Για κάθε μία από τις έξι επιλογές ταξινόμησης των μέτρων, κάθε μέτρο χαρακτηριζόταν από ένα μέχρι 5 αστέρια. Το εργαλείο προσφέρει στον κάθε χρήστη τις 6 επιλογές ταξινόμησης που ακολουθούν:

1. Ανάλογα με τη σημασία - τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με το πόσο σημαντικά είναι στην μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού.
2. Ανάλογα το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής - τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής τους.



3. Ανάλογα με την διάρκεια της επίδρασης τους – τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με το πόσο χρονικό διάστημα θα διαρκέσει η επίδραση τους στο δίκτυο.
4. Ανάλογα με την οργανωτική τους πολυπλοκότητα – τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με την οργανωτική πολυπλοκότητα που απαιτεί η εφαρμογή τους από την επιχείρηση.
5. Ανάλογα με το πόσο απαιτούν κατασκευαστικές επεμβάσεις – τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με το πόσες κατασκευαστικές επεμβάσεις απαιτούν στο δίκτυο.
6. Ανάλογα με την αποδοτικότητα του κόστους τους – τα μέτρα ταξινομούνται ανάλογα με την αποδοτικότητα που θα έχει το κόστος εφαρμογής τους.

Πιο αναλυτικά ανάλογα με το κριτήριο ταξινόμησης τα μέτρα παίρνουν τον χαρακτηρισμό :

1. Ανάλογα με την σημασία :
  - i. 1 αστέρι: πολύ μικρός όγκος νερού που σώζεται
  - ii. 2 αστέρια: μικρός όγκος νερού που σώζεται
  - iii. 3 αστέρια: μέτριος όγκος νερού που σώζεται
  - iv. 4 αστέρια: μεγάλος όγκος νερού που σώζεται
  - v. 5 αστέρια: πολύ μεγάλος όγκος νερού που σώζεται
2. Ανάλογα με το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής :
  - i. 1 αστέρι: χρονικό πλαίσιο  $> 2$  έτη
  - ii. 2 αστέρια:  $1 \text{ έτος} < \text{χρονικό πλαίσιο} \leq 2 \text{ έτη}$
  - iii. 3 αστέρια:  $1 \text{ μήνας} < \text{χρονικό πλαίσιο} \leq 1 \text{ έτος}$
  - iv. 4 αστέρια:  $1 \text{ εβδομάδα} < \text{χρονικό πλαίσιο} \leq 1 \text{ μήνας}$
  - v. 5 αστέρια:  $1 \text{ εβδομάδα} \geq \text{χρονικό πλαίσιο}$
3. Ανάλογα με τη διάρκεια της επίδρασης τους :
  - i. 1 αστέρι:  $1 \text{ εβδομάδα} \geq \text{διάρκεια}$
  - ii. 2 αστέρια:  $1 \text{ εβδομάδα} < \text{διάρκεια} \leq 1 \text{ μήνας}$
  - iii. 3 αστέρια:  $1 \text{ μήνας} < \text{διάρκεια} \leq 1 \text{ έτος}$
  - iv. 4 αστέρια:  $1 \text{ έτος} < \text{διάρκεια} \leq 2 \text{ έτη}$
  - v. 5 αστέρια:  $\text{διάρκεια} > 2 \text{ έτη}$
4. Ανάλογα με την οργανωτική τους πολυπλοκότητα :
  - i. 1 αστέρι: Πολύ δύσκολο
  - ii. 2 αστέρια: Δύσκολο
  - iii. 3 αστέρια: Μέτριο
  - iv. 4 αστέρια: Εύκολο
  - v. 5 αστέρια: Πολύ εύκολο
5. Ανάλογα με το εάν απαιτούν κατασκευαστικές επεμβάσεις :
  - i. 1 αστέρι: Απαιτούν μεγάλες επεμβάσεις στο δίκτυο
  - ii. 2 αστέρια:
  - iii. 3 αστέρια: Δεν απαιτούν και πολύ μεγάλες επεμβάσεις στο δίκτυο
  - iv. 4 αστέρια:
  - v. 5 αστέρια: Δεν απαιτούν καθόλου επεμβάσεις στο δίκτυο

6. Ανάλογα με την αποδοτικότητα του κόστους τους :
  - i. 1 αστέρι: Υψηλό κόστος μικρή αποδοτικότητα
  - ii. 2 αστέρια: Υψηλό κόστος μέτρια αποδοτικότητα
  - iii. 3 αστέρια: Μέτριο κόστος μέτρια αποδοτικότητα
  - iv. 4 αστέρια: Μέτριο κόστος υψηλή αποδοτικότητα
  - v. 5 αστέρια: Μικρό κόστος υψηλή αποδοτικότητα

## 4. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS

Στα πλαίσια της καλύτερης κατανόηση αλλά και εκμάθησης του εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων ( DSS ) μελετήθηκαν δύο ξεχωριστά δίκτυα ύδρευσης, το δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης για το έτος 2010 και η περιοχή DMA 17 ( District Metering Area ) της Λευκωσίας για το 2011. Οι δύο αυτές περιπτώσεις μελετήθηκαν ξεχωριστά και διεξοδικά. Και για τις δύο περιοχές στάλθηκαν μεταβλητές στο εργαλείο DSS και λάβαμε την λίστα των πλέον κατάλληλων μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.

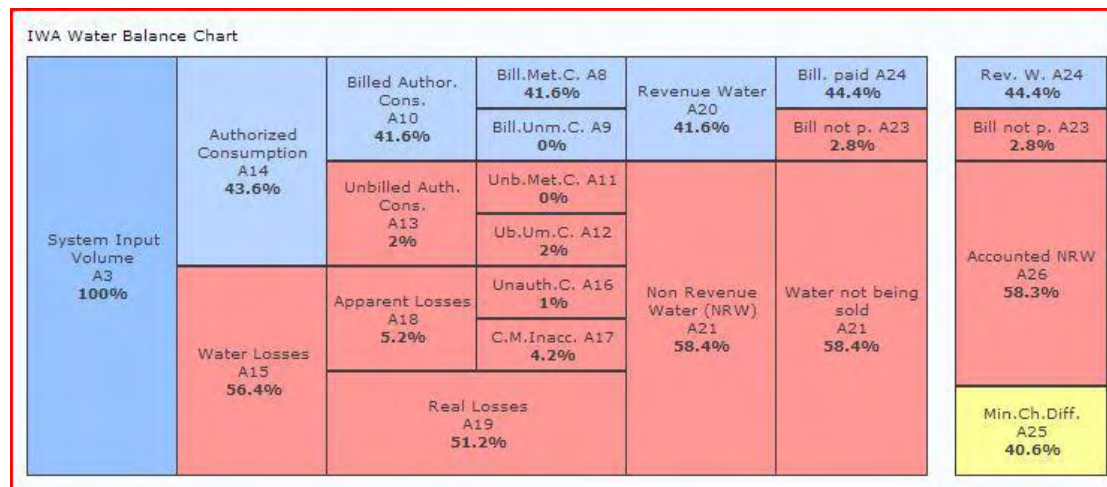
### 4.1. Η περίπτωση της Κοζάνης για το 2010

Η πρώτη περιοχή που μελετήθηκε ήταν η πόλη της Κοζάνης για το έτος 2010. Αρχικά έπρεπε να ετοιμαστούν τα δεδομένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εργαλείου DSS. Αφού γίνανε οι απαραίτητες διεργασίες και η προετοιμασία των μεταβλητών του δικτύου ύδρευσης της Κοζάνης τα δεδομένα στάλθηκαν ( με την μέθοδο της αντιγραφής στο ειδικό παράθυρο ) στο εργαλείο DSS. Για όποια μεταβλητή δεν υπήρχανε δεδομένα βάλαμε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εργαλείου DSS την τιμή -999999. Συγκεκριμένα δεν υπήρχανε δεδομένα για τις μεταβλητές :

- C9 μήκος αγωγών διανομής
- C28 οικιακοί υδρομετρητές ηλικίας κάτω των 5 ετών
- D20 αποκατάσταση αγωγών
- C29 οικιακοί υδρομετρητές ηλικίας μεταξύ 5 και 10 ετών
- D29 αστοχίες συνδέσεων καταναλωτών
- E7 υδρομετρητές οικιακών καταναλωτών
- E8 υδρομετρητές βιομηχανικών καταναλωτών
- E9 υδρομετρητές μεγάλων πελατών ( π.χ. οικισμών )
- CI36 αγωγοί από χυτοσίδηρο
- CI37 αγωγοί από όλκιμο σίδηρο
- CI38 αγωγοί από χάλυβα
- CI39 σιδηροσωλήνες χωρίς επαρκή αντιδιαβρωτική προστασία, σαν ποσοστό των ανώτερων κατηγοριών υλικών αγωγών
- CI102 όγκος έκπλυσης στην περίοδο της μελέτης



Στην συνέχεια επιλέχθηκε η ελληνική γλώσσα για την λειτουργία του εργαλείου DSS. Τα όρια όπως ήταν φυσικό επιλέχθηκαν να είναι τα ελληνικά. Στο αμέσως επόμενο βήμα το εργαλείο DSS εκτίμησε το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης για το έτος 2010.



Εικόνα 20: Το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο της Κοζάνης για το έτος 2010

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 20 η τιμή του Μη-ανταποδοτικού νερού στο δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης είναι ιδιαίτερα υψηλή. Το 58.4 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο διανομής χάνεται χωρίς να αποφέρει έσοδα στην επιχείρηση. Αν θέλουμε να το μετατρέψουμε σε κυβικά μέτρα νερού ( το 2010 σαν εισροή στο δίκτυο της Κοζάνης είχαμε 5688642.35 m<sup>3</sup> νερού ) τότε ο όγκος του Μη-ανταποδοτικού νερού ήτανε 3319341.82 m<sup>3</sup> νερού. Αν κοιτάξουμε την ανάλυση των υποσυστατικών νερού θα παρατηρήσουμε ότι ο μεγαλύτερος όγκος του νερού που εισέρχεται στο δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης χάνεται υπό την μορφή πραγματικών απωλειών, αντιπροσωπεύοντας οι πραγματικές απώλειες το 51.2 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο ύδρευσης, δηλαδή 2,911,753 m<sup>3</sup> νερού χάνονται λόγω διαρροών. Συνεπώς αν θέλουμε να μειώσουμε αποτελεσματικά τον όγκο του Μη-ανταποδοτικού νερού θα πρέπει να στοχεύσουμε στην αποτελεσματική μείωση των πραγματικών απωλειών του δικτύου.

Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο που προκύπτει από το υδατικό ισοζύγιο είναι το μεγάλο ποσοστό που κατέχει η διαφορά παγίου. η διαφορά παγίου καλύπτει το 40.6 % του συνολικού εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο. Εξαιτίας της μεγάλης τιμής ποσοστιαία σε σχέση και με το Μη-ανταποδοτικό νερό υπήρχε ο κίνδυνος η επιχείρηση να είχε οδηγηθεί σε λανθασμένες εκτιμήσεις σχετικά με το Μη-ανταποδοτικό νερό με αποτέλεσμα να χανόταν αρκετός όγκος νερού. Αυτές οι απώλειες μπορεί να μην ήταν ιδιαίτερα εμφανείς στην επιχείρηση από οικονομικής άποψης, δηλαδή ζημίας, αλλά ήταν εξαιρετικά μεγάλες απώλειες από την πλευρά χαμένων φυσικών πόρων.

Αφού λοιπόν μελετήθηκε το υδατικό ισοζύγιο και έγινε μία πρώτη εκτίμηση για το που θα πρέπει να στοχεύσουν τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού προχωρήσαμε στο επόμενο βήμα. Σύμφωνα με τα ελληνικά όρια που θέσαμε στην αρχή το ποσοστό του Μη-ανταποδοτικού νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης είναι αποδεκτό ( δεν είναι απαραίτητη η μείωση του ) όταν είναι μικρότερο από το 25 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο. Για την περίπτωση που μελετάται ( δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης για το έτος 2010 ) το ποσοστό είναι Μη-ανταποδοτικού είναι

πολύ μεγαλύτερο ( υπερδιπλάσιο ) από το μέγιστο επιτρεπόμενο άρα απαιτείται μείωση του. Επιλέγοντας λοιπόν να προχωρήσουμε σε μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού προχωράμε στο επόμενο βήμα.

Σε αυτό το βήμα γίνεται η εκτίμηση των συστατικών του υδατικού ισοζυγίου για την περίπτωση μας. Το εργαλείο DSS μας προτείνει να προβούμε σε μείωση 4 υποσυστατικών του Μη-ανταποδοτικού νερού. Των πραγματικών απωλειών, των φαινόμενων απωλειών, της μη μετρούμενης τιμολογούμενης κατανάλωσης, του νερού που τιμολογείται αλλά δεν πληρώνεται. Και για τα 4 αυτά υποσυστατικά οι τιμές που έχουμε στο υπό μελέτη δίκτυο είναι μεγαλύτερες από τα ελληνικά όρια. Πιο αναλυτικά έχουμε :

- Για τις πραγματικές απώλειες

Οι πραγματικές απώλειες ανά σύνδεση καταναλωτή είναι 871.85 λίτρα/σύνδεση/ημέρες που το σύστημα λειτουργεί υπό πίεση με ανώτατο όριο τα 350 λίτρα/σύνδεση/ημέρες που το σύστημα λειτουργεί υπό πίεση.

Επίσης οι πραγματικές απώλειες ανά μήκος αγωγών είναι 61563.53 λίτρα/χιλιόμετρο/ημέρες που το σύστημα λειτουργεί υπό πίεση με ανώτατο όριο τα 24500 λίτρα/χιλιόμετρο/ημέρες που το σύστημα λειτουργεί υπό πίεση.

- Για την Μη-μετρούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση

Η Μη-μετρούμενη τιμολογούμενη κατανάλωση στο δίκτυο ύδρευσης της Κοζάνης για το έτος 2010 ήταν το 2 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο με ανώτατο όριο το 0.5 %

- Για τις φαινόμενες απώλειες

Οι φαινόμενες απώλειες του δικτύου μας είναι το 5.16 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο μας με ανώτατο όριο το 2 %

- Τιμολογείται αλλά δεν πληρώνεται

Ο όγκος νερού που χρεώνεται από την επιχείρηση αλλά δεν καταβάλλεται ανά άδεια καταναλωτή είναι το 6.62 % ενώ το ανώτατο όριο για αυτόν τον δείκτη είναι το 0.5 %

Σε αυτό το σημείο καλούμαστε να επιλέξουμε στο πιο από τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ) θέλουμε να στοχεύουν τα μέτρα. Παρατηρούμε ότι όλοι οι δείκτες είναι κατά πολύ πιο ψηλά από τα ανώτατα όρια, άρα θα μπορούσαμε να στοχεύσουμε σε οποιοδήποτε από τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού ( NRW ). Εξαιτίας του μεγάλου όγκου όμως των πραγματικών απωλειών επιλέγουμε να στοχεύσουμε στην μείωση τους. Ένας άλλος παράγοντας που συνηγορεί στο να επιλέξουμε την μείωση των πραγματικών απωλειών είναι το κόστος του νερού σαν φυσικός πόρος. Με τον κίνδυνο της λειψυδρίας να είναι εμφανής καμία ποσότητα νερού δεν θα πρέπει να σπαταλάται ( στην δική μας περίπτωση να χάνεται ) άδικα. Αν όμως δούμε την μείωση των απωλειών καθαρά από άποψη στατιστικής θα έπρεπε να προβούμε σε μείωση της Μη-τιμολογούμενης μετρούμενης κατανάλωσης, διότι η τιμή της στο δίκτυο ύδρευσης που μελετάμε είναι σχεδόν 13 φορές πιο υψηλή από την ανώτατη τιμή βάση των ελληνικών ορίων. Εξαιτίας όμως της φύσης του νερού ως κοινωνικό αγαθό θα επιλέξουμε να γίνει μείωση αρχικά των πραγματικών απωλειών

και στην συνέχεια αν δεν έχουμε επαρκή από άποψη μείωσης αποτελέσματα θα εφαρμόσουμε κάποια άλλη στρατηγική μέτρων.

Ένας άλλος παράγοντας που μας επιτρέπει να μην προχωρήσουμε αρχικά σε μείωση της Μη-τιμολογούμενης μετρούμενης κατανάλωσης είναι η υψηλή διαφορά παγίου που παρατηρείται στο υπό μελέτη δίκτυο. Μέσω της διαφοράς παγίου η επιχείρηση αποκτά κέρδη από την ελάχιστη τιμολόγηση όταν αυτή δεν καταναλώνεται. Έτσι αυτή την διαφορά μπορεί να την διαθέσει στο να περιοριστεί η ζημία που γίνεται από την Μη-τιμολογούμενη μετρούμενη κατανάλωση.

Συνεπώς, προχωράμε επιλέγοντας να μειώσουμε τις πραγματικές απώλειες. Σε αυτό το σημείο το εργαλείο DSS μας παρουσιάζει δεδομένα σχετικά με τον δείκτη διαχείρισης της πίεσης (PMI) και τον δείκτη διαρροών υποδομής (ILI). Παρατηρούμε ότι και οι δύο δείκτες είναι αρκετά πιο ψηλά από τα επιτρεπτά όρια. Ο δείκτης διαχείρισης της πίεσης (PMI) είναι διπλάσιος σε σχέση με την ανώτερη επιτρεπόμενη τιμή του, ενώ ο δείκτης διαρροών υποδομής είναι σχεδόν 2,5 φορές πιο υψηλός από το όριο που έχουμε θέση. Η τελική επιλογή για το πώς θα συνεχίσουμε εξαρτάται από τον κάθε χρήστη. Επιλέγουμε να συνεχίσουμε στοχεύοντας να γίνετε πιο αποτελεσματικά η διαχείριση της πίεσης μέσα στο δίκτυο μας. Η επιλογή αυτή γίνεται διότι εάν μειωθεί ο δείκτης διαχείρισης πίεσης θα σημαίνει ότι θα έχει μειωθεί και η μέση πίεση λειτουργίας του δικτύου μας, γεγονός που θα οδηγήσει σε μείωση των απωλειών του δικτύου άρα και μείωση των τρέχουσων ετήσιων πραγματικών απωλειών, άρα και μείωση του δείκτη διαρροών υποδομών.

Επιλέγοντας λοιπόν την διαχείριση της πίεσης οδηγούμαστε στο επόμενο βήμα. Σε αυτό το σημείο είμαστε ένα βήμα πριν την τελική επιλογή των μέτρων. Το εργαλείο DSS ρωτάει τον χρήστη εάν το δίκτυο ύδρευσης του έχει στεγανές υποζώνες. Στο δίκτυο της Κοζάνης υπάρχουν 516 διαφορετικές υποζώνες, οπότε αποκλείουμε την επιλογή όχι. Έτσι έχουμε μείνει με δύο επιλογές: αν δεν υπάρχει επαρκής πίεση σε όλες τις υποζώνες, και αν η πίεση λειτουργίας είναι υψηλότερη από την ελάχιστη απαιτούμενη. Επιλέγουμε την δεύτερη επιλογή καθώς στο δίκτυο ύδρευσης που εξετάζουμε έχουμε ελάχιστη απαιτούμενη πίεση λειτουργίας 101 kPa με όριο τα 250 kPa.

Αφού κάνουμε και την τελική επιλογή το εργαλείο DSS μας οδηγεί στην τελευταία διαδικασία της υποστήριξης αποφάσεων, την πρόταση των τελικών μέτρων που πρέπει να εφαρμοστεί ( Σχήμα 21 ).

| Implement measures   |   |            |           |          |                           |                  |
|--|---|------------|-----------|----------|---------------------------|------------------|
| Εφαρμογή των ακόλουθων στρατηγικών μέτρων:   |   |            |           |          |                           |                  |
| 332 - Προκαταρκτικά: εγκατάσταση εξοπλισμού που έχει επίδραση στην πίεση   |   |            |           |          |                           |                  |
| 334 - Μείωση της πίεσης για να μειωθεί το επίπεδο των απωλειών νερού (διαρροές ή θραύσεις)   |   |            |           |          |                           |                  |
| Measures prioritization /*in development stage, will be applied soon*/   |   |            |           |          |                           |                  |
| <input type="button" value="reset prioritization"/> <input type="button" value="by importance"/> <input type="button" value="by implementation timeframe"/> <input type="button" value="by duration of effect"/> <input type="button" value="by organizational complexity"/> |   |            |           |          |                           |                  |
| <input type="button" value="by constructive measures"/> <input type="button" value="by cost efficiency"/>  |   |            |           |          |                           |                  |
| Detailed information (operational measures)  |   |            |           |          |                           |                  |
|  |   | Importance | Timeframe | Duration | Organizational complexity | Non constructive |
| 334 RM-12  | Πρακτική μείωση της πίεσης  | ****       | **        | ****     | ***                       | ***              |
| 332 DSS-SS1  | Εγκατάσταση επιπρόσθετων boosters (πρωωθητές) και βαλβίδων μείωσης πίεσης | ***        | ***       | ***      | ***                       | ***              |
| 332 DSS-SS10   | Εγκατάσταση βαλβίδων απελευθέρωσης (RVs)                                  | ***        | ***       | ***      | ***                       | ***              |
| 332 Ljub-3321  | Εγκατάσταση βαλβίδων μείωσης πίεσης (PRV)                                 | ***        | ***       | ***      | ***                       | ***              |

Εικόνα 21: Η τελική πρόταση μέτρων από το εργαλείο DSS

Το εργαλείο DSS προτείνει να εφαρμόσουμε ένα σχέδιο πρακτικής μείωσης της πίεσης στους αγωγούς του δικτύου και να εγκαταστήσουμε το κατάλληλο οπλισμό που θα έχει επίδραση στην πίεση. Επειδή η προσπάθεια για την μείωση των όγκων του Μη-ανταποδοτικού νερού είναι μια επένδυση που κάνει το δίκτυο ύδρευσης επιλέγουμε να ταξινομηθούν τα μέτρα βάση της αποδοτικότητας του κόστους τους. Έτσι λοιπόν το εργαλείο DSS μας προτείνει να εφαρμόσουμε τα ακόλουθα μέτρα :

1. Να μειώσουμε την πίεση στο δίκτυο
2. Να εγκαταστήσουμε προωθητές ( boosters ) και βαλβίδες μείωσης της πίεσης
3. Να εγκαταστήσουμε βαλβίδες απελευθέρωσης ( RVs )
4. Να εγκαταστήσουμε βαλβίδες μείωσης της πίεσης ( PRVs )

#### **4.2. Η περίπτωση της περιοχής DMA 17 του δικτύου ύδρευσης της Λευκωσίας για το έτος 2011**

Η επόμενη περίπτωση που μελετήθηκε ήταν η περιοχή DMA 17 του δικτύου ύδρευσης της Λευκωσίας στην Κύπρο για το έτος 2011. Πρέπει να σημειωθεί ότι είχαμε μετρήσεις μόνο για τα πέντε πρώτα δίμηνα του έτους 2011 για την συγκεκριμένη περιοχή. Κατά την αποστολή των δεδομένων για αυτή την περίπτωση επιλέχθηκε να σταλθούν τα δεδομένα σαν έτοιμα αρχεία και όχι η αντιγραφή επικόλληση των μεταβλητών στον ειδικό παράθυρο. Όλα τα δεδομένα ετοιμάστηκαν και στάλθηκαν όπως απαιτούσε η τυποποιημένη διαδικασία του εργαλείου DSS. Για όποιες μεταβλητές δεν υπήρχανε δεδομένα τοποθετήθηκε η τιμή – 999999. Πιο συγκεκριμένα δεν υπήρχαν δεδομένα για τις ακόλουθες μεταβλητές:

- D8 επιθεώρηση δικτύου
- D20 αποκατάσταση αγωγών
- D24 αποκατάσταση συνδέσεων καταναλωτών
- D28 αστοχίες αγωγών
- D29 αστοχίες συνδέσεων καταναλωτών
- D41 συχνότητα καταγραφής μετρήσεων των υδρομετρητών των πελατών χονδρικής
- D45 αντικατάσταση υδρομετρητών
- CI36 αγωγοί χυτοσίδηρου
- CI37 αγωγοί όλκιμου σιδήρου
- CI38 χαλύβδινοι αγωγοί
- CI59 μολύβδινες συνδέσεις καταναλωτών
- CI78 πυκνότητα πληθυσμού
- CI101 μέγεθος μεγαλύτερης στεγανής υποζώνης
- CI102 όγκος έκπλυσης κατά την περίοδο μελέτης

Στην συνέχεια επιλέξαμε τα ελληνικά ως γλώσσα λειτουργίας του εργαλείου DSS και επιλέξαμε η λειτουργία του εργαλείου να γίνει βάση των κυπριακών ορίων. Αμέσως μετά το εργαλείο DSS υπολογίζει το υδατικό ισοζύγιο για το δίκτυο βάση των μεταβλητών που στείλαμε ( Σχήμα 21 ).



|                                      |   |   |  |                               |  |   |                               |
|--------------------------------------|---|---|--|-------------------------------|--|---|-------------------------------|
| System Input<br>Volume<br>A3<br>100% | Authorized<br>Consumption<br>A14<br>69.2% | Billed Author.<br>Cons.<br>A10<br>68.7% | Bill.Met.C. A8<br>68.7%                | Revenue Water<br>A20<br>68.7% | Bill. paid A24<br>68.7%                    | Rev. W. A24<br>68.7%                    |                               |
|                                      |   |   | Bill.Unm.C. A9<br>0%                   |                               |  | Bill not p. A23<br>0%                   | Bill not p. A23<br>0%         |
|                                      |   | Water Losses<br>A15<br>30.8%            | Unbilled Auth.<br>Cons.<br>A13<br>0.5% | Unb.Met.C. A11<br>0%          | Non Revenue<br>Water (NRW)<br>A21<br>31.3% | Water not being<br>sold<br>A21<br>31.3% | Accounted NRW<br>A26<br>31.3% |
|                                      |   |   | Ub.Um.C. A12<br>0.5%                   |                               |  |   |                               |
|                                      | Apparent Losses<br>A18<br>6.6%            |   | Unauth.C. A16<br>1%                    |                               |  |   |                               |
|                                      |   |   | C.M.Inacc. A17<br>5.6%                 |                               |  |   |                               |
|                                      | Real Losses<br>A19<br>24.2%               |   |  |                               |  | Min.Ch.Diff.<br>A25<br>12%              |                               |

Εικόνα 22: Το υδατικό ισοζύγιο για την Περιοχή DMA 17 για το έτος 2011

Παρατηρούμε από το Σχήμα 22 ότι για το υπό μελέτη δίκτυο η τιμή του Μη-ανταποδοτικού νερού δεν είναι και πάρα πολύ υψηλή. Κοιτώντας τα υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού θα παρατηρήσουμε ότι και πάλι το μεγαλύτερο μέρος του Μη-ανταποδοτικού νερού χάνεται υπό την μορφή πραγματικών απωλειών ( διαρροές και θραύσεις αγωγών κα ενώσεων ). Όμως σε αυτή την περίπτωση είναι κατά πολύ μειωμένες οι πραγματικές απώλειες.

Σχετικά μεγάλο ποσοστό εμφανίζονται να έχουν οι φαινόμενες απώλειες του υπό μελέτη δικτύου. Περίπου το 1/5 του Μη-ανταποδοτικού νερού αντιπροσωπεύουν οι προφανείς απώλειες, αυτό το ποσοστό μπορεί με την πρώτη ματιά να μην φαίνεται ιδιαίτερα υψηλό αλλά αν αναλογιστούμε το μικρό ποσοστό του Μη-ανταποδοτικού νερού αλλά και το ότι οι πραγματικές απώλειες είναι σχετικά μικρές τότε η τιμή των προφανών απωλειών μπορεί να χαρακτηριστεί πολύ υψηλή.

Επίσης το ποσοστό της διαφοράς παγίου είναι σχετικά μικρό σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση. Αυτό οφείλεται στο ότι οι περισσότεροι καταναλωτές, περίπου το 90 % είχαν κατανάλωση μεγαλύτερη από την ελάχιστη τιμολογούμενη από την επιχείρηση.

Αφού λοιπόν έγινε μία πρώτη ανάγνωση του υδατικού ισοζυγίου και των συστατικών του Μη-ανταποδοτικού νερού προχωράμε στο επόμενο βήμα. Σε αυτό το βήμα βλέπουμε ότι ο όγκος του Μη-ανταποδοτικού νερού στο δίκτυο είναι σχετικά μικρός αλλά είναι πιο μεγάλος από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο ( στο δίκτυο μας έχουμε 31.3 % του εισερχόμενου όγκου νερού να αντιπροσωπεύει το Μη-ανταποδοτικό νερό ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος όγκος Μη-ανταποδοτικού νερού είναι 25 % του εισερχόμενου όγκου ). Για αυτό τον λόγο και το εργαλείο DSS μας προτείνει να προβούμε σε μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού.

Στο επόμενο βήμα το εργαλείο DSS εκτιμά τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού και μας εμφανίζει τα αποτελέσματα. Παρατηρώντας την εκτίμηση του εργαλείου DSS βλέπουμε ότι οι πραγματικές απώλειες είναι εντός των αποδεκτών ορίων με αποτέλεσμα να μην απαιτείται άμεση επέμβαση πάνω στο δίκτυο για να μειωθούν οι διαρροές. Επίσης δεν υπάρχουν όγκοι νερού που να τιμολογούνται και να μην πληρώνονται άρα ούτε σε αυτό το συστατικό του Μη-ανταποδοτικού νερού απαιτείται μείωση. Επομένως το εργαλείο DSS μας προτείνει τα εξής δύο υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού για να στοχεύουν τα μέτρα μείωσης του:

- Φαινόμενες απώλειες

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

Οι φαινόμενες απώλειες ανά όγκου εισερχόμενου νερού στο δίκτυο ήταν 6.64 % με το ανώτερο όριο να είναι 2 %.

- Μη-μετρούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση  
Η μη-μετρούμενη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση ανά όγκο εισερχόμενου νερού στο δίκτυο είναι 0.5 % με το όριο να είναι μικρότερο από 0.5 %.

Για να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα θα πρέπει να επιλέξουμε σε ποίο από τα υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού θα στοχεύουν τα μέτρα μείωσης του. παρατηρούμε ότι η τιμή της μη-μετρούμενης εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης είναι ακριβώς στο όριο οπότε προσπάθεια μείωσης της θα ήταν και εξαιρετικά δύσκολη αλλά και με περιορισμένα αποτελέσματα. Οπότε επιλέγουμε να προχωρήσουμε σε μείωση των φαινόμενων απωλειών οι οποίες είναι 3.5 φορές πάνω από το επιτρεπόμενο όριο.

Αφού επιλέξουμε την μείωση των φαινόμενων απωλειών, το εργαλείο DSS αξιολογεί τους κύριους λόγους των φαινόμενων απωλειών. Σύμφωνα με την εκτίμηση που γίνεται από το εργαλείο DSS η υψηλή τιμή των φαινόμενων απωλειών οφείλεται σε δύο λόγους. Πρώτον στις υψηλές απώλειες νερού από ανακρίβειες μετρητών οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 5.64 % του εισερχόμενου όγκου στο δίκτυο με ανώτερο όριο το 2 %. Και δεύτερον στην Μη-εξουσιοδοτημένη κατανάλωση η οποία αντιπροσωπεύει το 1 % του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο ενώ ανώτερο όριο έχει τεθεί το 0.5 %. Λόγω του μικρού όγκου της μη-εξουσιοδοτημένης κατανάλωσης σχετικά με τον μεγάλο όγκο νερού που χάνεται από τις ανακρίβειες των μετρητών επιλέγουμε τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού να στοχεύουν στην μείωση του όγκου νερού που χάνεται λόγω των ανακρίβειών των μετρητών.

Στο επόμενο και τελικό βήμα πριν την πρόταση των μέτρων από το εργαλείο DSS, το εργαλείο DSS κάνει μία εκτίμηση των αιτιών της μεγάλης τιμής των ανακρίβειών των μετρητών που έχει παρατηρηθεί στο υπό μελέτη δίκτυο ύδρευσης. Σύμφωνα με την αξιολόγηση – εκτίμηση που κάνει το εργαλείο DSS η μεγάλη τιμή που παρατηρήθηκε οφείλεται σε δύο λόγους :

- Στο επίπεδο αντικατάστασης μετρητών  
Το μεγαλύτερο ποσοστό μετρητών στο δίκτυο είναι ηλικίας άνω των 10 ετών, πιο συγκεκριμένα το 62.69 % των μετρητών στο δίκτυο ύδρευσης είναι άνω των 10 ετών, ενώ το όριο για την αποτελεσματική λειτουργία ενός δικτύου έχει τεθεί στο 20 %, το υψηλό ποσοστό παλιωμένων μετρητών στο δίκτυο ύδρευσης έχει ως αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε ανακριβείς μετρήσεις. Επίσης δεν έχουμε στοιχεία για το εάν υπάρχει κάποια στρατηγική αντικατάστασης των παλιών μετρητών. Σύμφωνα με τα όρια που έχουμε θέσει θα έπρεπε τουλάχιστον το 0.05 % των παλιών μετρητών να αντικαθιστούταν κάθε έτος.
- Στο μεγάλο ποσοστό των καταναλωτών που έχει τοποθετήσει ντεπόζιτα στις τaráτσες των σπιτιών.

Έντονη εντύπωση και προβληματισμό προκαλεί το γεγονός ότι το ποσοστό αυτό ξεπερνάει το 100 % δηλαδή όλοι οι καταναλωτές έχουν τοποθετήσει ντεπόζιτα στις τaráτσες των σπιτιών τους και μάλιστα πολύ από αυτούς έχουν δύο και παραπάνω ντεπόζιτα.

Προχωράμε επιλέγοντας ως κύριο λόγο το επίπεδο αντικατάστασης των μετρητών και έτσι οδηγούμαστε από το εργαλείο DSS στο τελευταίο παράθυρο που είναι και το



τελευταίο βήμα στην διαδικασία υποστήριξης απόφασης από το εργαλείο DSS που είναι και η τελική πρόταση των μέτρων ( Σχήμα 23 ).

| Implement measures   |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
|--|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| Εφαρμογή ομάδας μέτρων:  |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
| 222 - Βελτίωση της εσωτερικών διαδικασιών ώστε να λυθεί η υπομέτρηση των υδρομετρητών των καταναλωτών                                      |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
| Measures prioritization /*in development stage, will be applied soon*/   |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
| reset prioritization   | by importance      | by implementation timeframe | by duration of effect | by organizational complexity |                  |                 |
| by constructive measures   | by cost efficiency |                             |                       |                              |                  |                 |
| Detailed information (operational measures)  |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
|  | Importance         | Timeframe                   | Duration              | Organizational complexity    | Non constructive | Cost efficiency |
| 222 - Βελτίωση της εσωτερικών διαδικασιών ώστε να λυθεί η υπομέτρηση των υδρομετρητών των καταναλωτών                                      |                    |                             |                       |                              |                  |                 |
| Ljub-2221 Προγράμματα εκπαίδευσης των ατόμων που καταγράφουν τις μετρήσεις   | ****               | ****                        | *****                 | ****                         | *****            | *****           |
| Ljub-2223 Καθορισμός του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασης των μετρητών συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων της ηλικίας και της γήρανσής τους | ***                | ***                         | ***                   | ***                          | ***              | ***             |
| Ljub-2224 Αγορά τεχνολογικού εξοπλισμού  | **                 | **                          | *****                 | **                           | *                | **              |
| Ljub-2222 Εγκατάσταση μετρητών με αυτόματη ένδειξη (σύστημα AMR)   | **                 | **                          | *****                 | **                           | *                | **              |

Εικόνα 23: Η τελική πρόταση μέτρων από το DSS για την περιοχή DMA 17 του δικτύου ύδρευσης της Λευκωσίας για το έτος 2011

Στο Σχήμα 23 βλέπουμε ότι το εργαλείο DSS μας προτείνει να εφαρμόσουμε μία ομάδα μέτρων έτσι ώστε να βελτιωθεί η εσωτερική διαδικασία της επιχείρησης για να λυθεί η υπομέτρηση των υδρομέτρων των καταναλωτών. Επιλέγουμε η ταξινόμηση των μέτρων να γίνει βάση της αποδοτικότητας του κόστους τους. Αυτή η επιλογή έγινε διότι οι προφανείς απώλειες στο δίκτυο μας αν και το μεγαλύτερο συστατικό του Μη-ανταποδοτικού νερού ήταν μικρές, έτσι όποια προσπάθεια μείωσης τους θα ελλόχευε τον κίνδυνο να μην ήταν οικονομικά αποδεκτή.

Έτσι η τελική πρόταση του εργαλείου DSS είναι να εφαρμόσουμε τα ακόλουθα τέσσερα μέτρα :

1. Να αναπτύξουμε προγράμματα εκπαίδευσης των ατόμων που καταγράφουν τις μετρήσεις
2. Να καθοριστεί ο βέλτιστος χρόνος αντικατάστασης των μετρητών συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων της ηλικίας και της γήρανσής τους
3. Να αγοράσουμε τεχνικό εξοπλισμό
4. Εγκατάσταση μετρητών με αυτόματη ένδειξη ( σύστημα AMR )

### 4.3. Συμπεράσματα από την πρακτική εφαρμογή του εργαλείου DSS

Η χρήση του εργαλείου DSS μπορεί να χαρακτηριστεί εξαιρετικά απλή. Η βοήθεια που είχαμε κατά την διάρκεια της χρησιμοποίησης του εργαλείου ήταν επαρκής σε μεγάλο βαθμό. Αυτά τα στοιχεία βοήθησαν ώστε να φτάσουμε σχετικά σε μικρό χρόνο στην τελική επιλογή του συνόλου των μέτρων που θα έπρεπε να εφαρμόσουμε στο κάθε δίκτυο ύδρευσης από αυτά που μελετήσαμε. Δεν μπορούμε όμως να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την εφαρμογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Και αυτό διότι δεν υπάρχει μέσα στο εργαλείο DSS μια ποσοτικοποιημένη ταξινόμηση των μέτρων. Η ταξινόμηση που εφαρμόζεται στο εργαλείο DSS χωρίζει τα μέτρα σε ομάδες ( 1 – 5 αστέρια ) ανάλογα με το κριτήριο αξιολόγησης ( δηλαδή ταξινόμησης. Συνεπώς δεν μπορούμε να έχουμε μια πρώτη εκτίμηση σχετικά με τα αποτελέσματα που αναμένονται από την επιβολή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Έτσι έχουν προταθεί νέα κριτήρια ταξινόμησης των μέτρων και θα ενσωματωθούν στο εργαλείο DSS.

Αυτά τα νέα κριτήρια έρχονται να συμπληρώσουν το εργαλείο DSS προσπαθώντας να δώσουν μια πιο ποσοτική επιλογή στον εκάστοτε χρήστη. Για την πιο αποτελεσματική εφαρμογή των νέων κριτηρίων είναι απαραίτητη η σύνδεση τους με τα ήδη υπάρχοντα κριτήρια στο εργαλείο DSS, αλλά και η ανατροφοδότηση στοιχείων από τους χρήστες. Τα κριτήρια που είναι υπό ανάπτυξη για το εργαλείο DSS είναι:

- Αναλογία κόστους κέρδους
- Κόστος εφαρμογής του μέτρου
- Αποδοτικότητα εξοικονόμησης νερού
- Χρονικοί περιορισμοί για την εφαρμογή των μέτρων
- Όχληση κοινού

Για να είναι σε θέση να λειτουργήσουν τα νέα μέτρα είναι αναγκαίο να υπάρξουν νέες εισαγωγές στο εργαλείο DSS. Ο κάθε χρήστης θα καλείται να εισάγει δεδομένα σχετικά με τα  $m^3$  νερού που εξοικονομούνται, σχετικά με την χρονική περίοδο εφαρμογής του μέτρου ( μπορεί να είναι ένας χρόνος αλλά περισσότερο αποτελεσματικό θα ήταν να μιλούσαμε για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της εφαρμογής του μέτρου ), την μέση τιμή του νερού, το κόστος του μέτρου, διάφορους περιορισμούς που ενδεχομένως να υπάρχουν. Εάν ο χρήστης δεν μπορεί να δώσει τα απαραίτητα στοιχεία θα ενεργοποιείται ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του εργαλείου DSS και θα λαμβάνονται από εκεί τα απαραίτητα στοιχεία.

Τα κριτήρια πιο αναλυτικά θα είναι :

#### Κριτήριο 1: Αναλογία κόστους κέρδους

Θα είναι το πηλίκιο του οικονομικού κέρδους που θα υπάρξει από το μέτρο ως προς το κόστος της εγκατάστασης του μέτρου. Σαν οικονομικό κέρδος του μέτρου θα υπολογίζεται ο όγκος νερού που θα εξοικονομείται ( σε  $m^3$  ) επί την μέση τιμή του νερού ( σε € ) ενώ σαν κόστος θα υπολογίζεται το απαιτούμενο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των μέτρων. Πρέπει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην χρονική διάρκεια υπολογισμού των παραπάνω ποσοτήτων. Η

εγκατάσταση ενός μέτρου μπορεί να έχει αυξημένο κόστος σε σχέση με κάποιο άλλο αλλά να έχει μεγαλύτερη διάρκεια που θα εμφανίζονται τα αποτελέσματα του μέτρου με αποτέλεσμα σε βάθος χρόνου να έχει καλύτερη αναλογία κέρδους – κόστους από ότι θα είχε αν θέταμε σαν χρονική διάρκεια τον ένα χρόνο. Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό εμφανίζεται ένα αριθμητικό παράδειγμα στον παρακάτω πίνακα ( πίνακας 5 ).

|                                     | Μέτρο Α     | Μέτρο Β    |
|-------------------------------------|-------------|------------|
| κέρδος/χρόνο λειτουργίας ( €/έτος ) | 1100        | 1300       |
| κόστος εφαρμογής μέτρου ( € )       | 15000       | 11500      |
| χρόνος ζωής μέτρου ( έτη )          | 10          | 6          |
| αναλογία κέρδους/κόστους            | 0.733333333 | 0.67826087 |

*Πίνακας 5: Αναλογία κέρδους κόστους*

Για αυτό τον λόγο προτείνεται σαν χρονική περίοδο μελέτης η χρονική διάρκεια ζωής του κάθε μέτρου και όχι το ένα έτος. Σε περίπτωση όμως που λαμβάνεται σαν χρονική περίοδος μελέτης το ένα έτος θα πρέπει να εμφανίζεται και η χρονική διάρκεια ζωής του κάθε μέτρου για να γίνεται πιο αποτελεσματική η τελική επιλογή από τον κάθε χρήστη.

#### Κριτήριο 2 : Κόστος εφαρμογής του μέτρου

Ακριβώς η ίδια διαδικασία για το κόστος του μέτρου θα εφαρμόζεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Μία εναλλακτική επιλογή είναι να αναχθεί το κριτήριο σε κόστος μονάδας, δηλαδή να εμφανίζεται από το εργαλείο DSS το κόστος εφαρμογής για παράδειγμα , μίας αντλίας μείωσης πίεσης ( PRV ) και έτσι ο χρήστης να μπορεί να δει πόσο θα είναι το κόστος εφαρμογής για την δική του περίπτωση. Σε περίπτωση που το μέτρο θα αφορά την εκπαίδευση προσωπικού προτείνεται να χρησιμοποιείται το κόστος εκπαίδευσης δέκα υπαλλήλων της επιχείρησης. Όπως έχουμε ξανά αναφέρει η εφαρμογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού αποτελεί μια επένδυση πάνω σε ένα δίκτυο ύδρευσης άρα οι οικονομικοί όροι της επένδυσης είναι πολύ σημαντικοί. Με την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ταξινόμησης θα μπορεί ο χρήστης να δει το ακριβές κόστος της εφαρμογής των μέτρων μείωσης και να αποφασίσει ανάλογα με τα διαθέσιμα κεφάλαια σε περιπτώσεις όπου οι διαθέσιμοι οικονομικοί πόροι είναι περιορισμένοι.

#### Κριτήριο 3 : Αποδοτικότητα εξοικονόμησης νερού

Η αποδοτικότητα εξοικονόμησης νερού του μέτρου θα μπορεί να μετριέται με δύο διαφορετικούς τρόπους, είτε σε όρους m<sup>3</sup> νερού , είτε σε ποσοστό % του συνολικού εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο. Η εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ταξινόμησης θα είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις όπου οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι είναι περιορισμένοι οπότε θα δίνεται μεγάλη σημασία στην μείωση των απωλειών νερού άρα και του εισερχόμενου όγκου νερού στο δίκτυο ύδρευσης.

Κριτήριο 4 : Χρονικοί περιορισμοί για την εφαρμογή του μέτρου

Πολλές φορές μετά την επιλογή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού απαιτείται να περάσει ένα χρονικό διάστημα μέχρι την λειτουργία τους λόγω διαφόρων χρονικών περιορισμών. Τέτοιοι περιορισμοί μπορεί να είναι η έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού, εξωτερικοί χρονικοί περιορισμοί ( όπως για παράδειγμα μεγάλη κακοκαιρία ), χρονικοί περιορισμοί που αφορούν την προμήθεια του απαραίτητου εξοπλισμού, άλλοι χρονικοί περιορισμοί. Επίσης θα πρέπει να εμφανίζεται από το εργαλείο DSS ειδική ένδειξη όταν υπάρχει μεγάλο πρόβλημα μεγάλων απωλειών νερού, κυρίως υπό την μορφή πραγματικών απωλειών ( μεγάλοι όγκοι νερού που χάνονται λόγω διαρροών και θραύσεων στους αγωγούς ).

Κριτήριο 5 : Ενόχληση κοινού

Η ενόχληση του κοινού θα εκφράζει τις επιπτώσεις που θα υπάρχουν στους καταναλωτές κατά την διαδικασία εφαρμογής των μέτρων. Ένα μέτρο απαιτεί κατασκευαστικές επεμβάσεις στο δίκτυο τότε θα πρέπει να λαμβάνεται υπ όψιν και η ενόχληση που θα προκαλείται στο κοινό είτε λόγω διακοπών της υδροδότησης είτε λόγω των κατασκευαστικών επιπτώσεων ( όπως σκόνη, θόρυβος ).

Σε αυτά τα πέντε υπό ανάπτυξη κριτήρια στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα προτείνουμε ακόμα δύο κριτήρια για να ενσωματωθούν στο εργαλείο DSS.

- Καθαρό κέρδος από την εφαρμογή των μέτρων

Το καθαρό κέρδος από την εφαρμογή του μέτρου θα εκφράζεται σε €. Θα υπολογίζεται ως ο όγκος νερού που εξοικονομείται σε  $m^3$ , από την εφαρμογή του μέτρου, επί το κόστος παραγωγής και διανομής του νερού €/  $m^3$  μείον το κόστος εγκατάστασης των μέτρων σε €. Έτσι το κάθε δίκτυο ύδρευσης θα μπορεί να εκτιμήσει τα οικονομικά οφέλη που θα έχει από την εφαρμογή του μέτρου, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο αποτελεσματικός ο οικονομικός μελλοντικός σχεδιασμός για το δίκτυο ύδρευσης.

- Εμφάνιση αποτελεσμάτων στους καταναλωτές

Πολλές φορές εάν ένα μέτρο αφορά το προσωπικό του δικτύου ύδρευσης ( καλύτερη εκπαίδευση του προσωπικού στην ανάγνωση των μετρητών ) τα αποτελέσματα δεν είναι εμφανή στους καταναλωτές. Αντίθετα τα αποτελέσματα κάποιων άλλων μέτρων γίνονται εμφανή και στους καταναλωτές ( επεμβάσεις στην πίεση του δικτύου ). Σε μερικές περιπτώσεις θέλουμε κάποια μέτρα για διάφορους λόγους να είναι εμφανή και στους καταναλωτές, κυρίως για λόγους marketing του δικτύου, έτσι με την εισαγωγή αυτού του δείκτη θα μπορεί ο εκάστοτε χρήστης να επιλέξει ποιο μέτρο θα επιλέξει ανάλογα με την ανάγκη ή όχι να εμφανιστούν άμεσα τα αποτελέσματα στους καταναλωτές.

Ένα ακόμη ζήτημα που μας απασχόλησε είναι το πώς θα μπορούσαν αυτά τα νέα κριτήρια ταξινόμησης να ενσωματωθούν μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS. Για τον υπολογισμό των τιμών των κριτηρίων απαιτείται να εισάγει ο χρήστης νέα δεδομένα στο εργαλείο DSS. Όμως η εισαγωγή των δεδομένων είναι αρκετά τυποποιημένη για το εργαλείο DSS. Σαν εναλλακτική λύση προτείνεται να εφαρμοστεί ο υπολογισμός των τιμών που απαιτούνται για την ταξινόμηση των μέτρων μέσω μίας νέας επιλογής στην πλατφόρμα DSS, όπου ο κάθε χρήστης θα προχωράει βήμα – βήμα στην ταξινόμηση των μέτρων. Μέσω αυτής της διαδικασίας

θα γίνεται ο υπολογισμός των απαιτούμενων τιμών και στο τέλος θα εμφανίζεται η τελική ταξινόμηση και οι τελικές τιμές στον κάθε χρήστη. Έτσι θα μπορούσαμε να ποσοτικοποιήσουμε τις εξαγωγές του εργαλείου DSS και να έχουμε μία πρώτη εκτίμηση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων.

Αρχικά θα πρέπει να ερωτάται ο χρήστης εάν έχει δεδομένα προς εισαγωγή για το σύστημα ταξινόμησης και αν έχει να τα στέλνει στο εργαλείο DSS. Στην περίπτωση όπου ο χρήστης δεν μπορεί να στείλει δεδομένα θα χρησιμοποιούνται αυτόματα από το εργαλείο DSS οι μέσες τιμές από τα δεδομένα που έχουν σταλεί ως ανατροφοδότηση από τους προηγούμενους χρήστες. Σε περίπτωση όμως όπου κάποιο μέτρο δεν έχει εφαρμοστεί από άλλους χρήστες ή δεν έχουν ανατροφοδοτηθεί τα απαραίτητα δεδομένα θα πρέπει να εμφανίζεται ειδικό μήνυμα στον χρήστη. Τέλος καλό θα ήταν να εμφανίζεται και ο αριθμός των περιπτώσεων από τις οποίες λάβαμε τους μέσους όρους, δεν είναι το ίδιο εάν δέκα χρήστες έχουν λάβει το ίδιο μέτρο και έχουν ανατροφοδοτήσει δεδομένα με την περίπτωση που ένας μόνο χρήστης έχει ανατροφοδοτήσει δεδομένα σχετικά με ένα μέτρο, οπότε και αναγκάζομαστε να τον εμπιστευτούμε τυφλά.

Στην συνέχεια θα υπολογίζεται το κόστος του κάθε μέτρου σε €. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, πρώτος τρόπος είναι να εισάγει ο χρήστης το ακριβές κόστος του μέτρου, ενώ ο δεύτερος να εισάγει πόσες ποσότητες θα χρειαστεί να εγκαταστήσει από το συγκεκριμένο μέτρο ( π.χ. 25 PRVs ) και να υπάρχει και το κόστος εγκατάστασης μίας PRV και έτσι να μπορεί το σύστημα να εκτιμήσει το κόστος εγκατάστασης του μέτρου. Έπειτα θα υπολογίζεται το αναμενόμενο κέρδος από την εφαρμογή κάθε μέτρου ως τα  $m^3$  νερού που θα εξοικονομηθούν επί την μέση τιμή του νερού επί την περίοδο μελέτης που θα έχει εισάγει ο χρήστης. Έχοντας γίνει αυτοί οι υπολογισμοί θα μπορεί το DSS να υπολογίσει τους δείκτες α) Αναλογία κέρδους / κόστους β) Κόστος μέτρου γ) Αποδοτικότητα μέτρου στην εξοικονόμηση νερού.

Έπειτα γίνεται διαχωρισμός εάν ένα μέτρο απαιτεί επεμβάσεις στο δίκτυο ή όχι. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται διότι αν απαιτούνται επεμβάσεις στο δίκτυο θα υπάρχει σαφώς και ενόχληση του κοινού. Αφού καθοριστεί εάν απαιτείται επέμβαση στο δίκτυο η διαδικασία του υπολογισμού προχωρά διαφορετικά για κάθε περίπτωση. Εάν η εφαρμογή ενός μέτρου δεν απαιτεί επεμβάσεις στο δίκτυο ύδρευσης τότε ορίζεται μηδενική ενόχληση του κοινού και στην συνέχεια γίνεται η εκτίμηση των χρονικών περιορισμών του μέτρου. Αρχικά ερευνάται εάν υπάρχει διαθέσιμο το απαραίτητο ανθρώπινο δυναμικό. Εάν δεν υπάρχει εκτιμάται το πόσες μέρες θα χρειαστεί μέχρι να είναι διαθέσιμο το απαραίτητο το ανθρώπινο δυναμικό για την εφαρμογή του μέτρου ( μεταβλητή A ). Στην συνέχεια γίνεται μια εκτίμηση εάν υπάρχουν άλλοι εξωτερικοί περιορισμοί και εάν υπάρχουν εκτιμούνται οι μέρες που απαιτούνται μέχρι να εξαλειφθούν οι εξωτερικοί περιορισμοί ( μεταβλητή B ). Η τιμή του δείκτη των χρονικών περιορισμών υπολογίζεται ως η μέγιστη από τις μεταβλητές A και B. Τέλος εάν είναι επείγον να εφαρμοστεί γρήγορα εμφανίζεται η ένδειξη επείγον δίπλα από την τιμή του δείκτη των χρονικών περιορισμών.

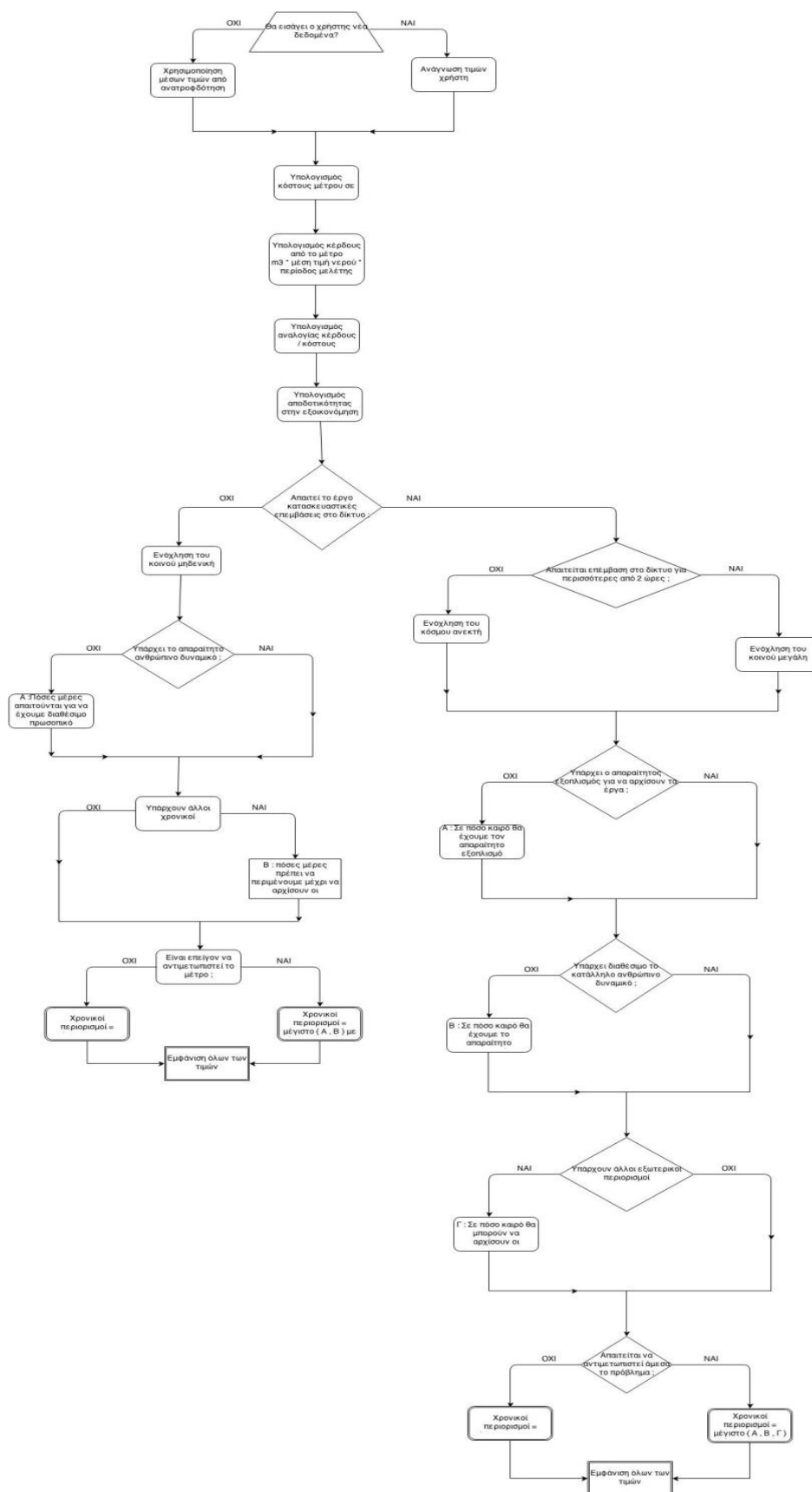
Στην περίπτωση που ένα μέτρο απαιτεί κατασκευαστικές επεμβάσεις στο δίκτυο πρέπει να εκτιμηθεί η αναμενόμενη ενόχληση του κοινού. Εάν για την εφαρμογή των μέτρων απαιτούνται επεμβάσεις στο δίκτυο διάρκειας μεγαλύτερης των δύο ωρών τότε η ενόχληση του κοινού θα χαρακτηρίζεται ανεκτή, εάν όμως απαιτούνται μεγαλύτερης διάρκειας επεμβάσεις στο δίκτυο ύδρευσης τότε θα πρέπει να υπολογίζεται ο δείκτης ενόχλησης κοινού. στην συνέχεια θα υπολογίζεται και πάλι ο



δείκτης των χρονικών περιορισμών όπως στην προηγούμενη περίπτωση αλλά θα εισαχθεί και μια νέα μεταβλητή ( Γ ) που θα αφορά το εάν υπάρχει διαθέσιμος ο απαραίτητος εξοπλισμός για να αρχίσουν οι εργασίες. Τέλος θα εκτιμάται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση εάν πρέπει η επέμβαση στο δίκτυο να γίνει άμεσα.

Για τα δύο νέα μέτρα που έχουμε προτείνει θα ακολουθηθεί παρόμοια διαδικασία το καθαρό κέρδος από την εγκατάσταση των μέτρων θα μπορεί να υπολογίζεται στην αρχή της διαδικασίας μαζί με την αναλογία κέρδους / κόστους ενώ η εμφάνιση αποτελεσμάτων στους χρήστες θα απαιτεί μια πιο περίπλοκη διαδικασία. Αρχικά θα διατηρείται ακριβώς ο ίδιος διαχωρισμός για το εάν τα μέτρα απαιτούν επεμβάσεις στο δίκτυο ή όχι. Εάν ένα μέτρο δεν απαιτεί επέμβασης το δίκτυο ύδρευσης και αφορά την περαιτέρω κατάρτιση του ανθρώπινου δυναμικού της επιχείρησης τα αποτελέσματα του κατά πάσα πιθανότητα δεν θα είναι εμφανή στον μέσο καταναλωτή. Εάν ένα μέτρο απαιτεί όμως επεμβάσεις στο δίκτυο ύδρευσης και ιδιαίτερα εάν αφορά την διαχείριση της πίεσης ή την αντικατάσταση – συντήρηση των αγωγών και ενώσεων τα αποτελέσματα του θα γίνουν εμφανή στον μέσο καταναλωτή. Σε πολλές περιπτώσεις προκειμένου να μειωθούν οι πραγματικές απώλειες μειώνουμε και την μέση πίεση λειτουργίας στο δίκτυο ύδρευσης ( εγκατάσταση βαλβίδων PRV ) όμως εάν η μείωση της πίεσης λειτουργίας είναι μεγάλη θα γίνει αντιληπτή και από τους καταναλωτές. Οι καταναλωτές όμως έχουν την τάση να προτιμούν μεγάλες πιέσεις λειτουργίας, έτσι το συγκεκριμένο μέτρο εάν προβλέπει αρκετή μείωση της πίεσης λειτουργίας θα χαρακτηρίζεται ως αρνητικό όσο αναφορά την εμφάνιση αποτελεσμάτων στους καταναλωτές. Αντίθετα εάν προβλέπεται αντικατάσταση ή συντήρηση των αγωγών και των ενώσεων στο δίκτυο ύδρευσης σε μεγάλο βαθμό θα βελτιώνεται αισθητά η ποιότητα του νερού. Συνεπώς αυτή η βελτίωση θα φτάνει και στα μάτια του μέσου καταναλωτή, άρα το συγκεκριμένο μέτρο θα χαρακτηρίζεται ως θετικό στην εμφάνιση αποτελεσμάτων στους χρήστες.





Εικόνα 24: Διάγραμμα ροής για την νέα ταξινόμηση των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού

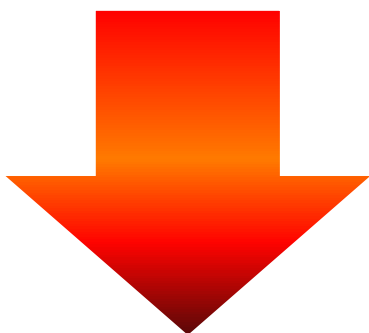
## 5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS

Μετά από αρκετή ενασχόληση με το εργαλείο DSS τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, μέσα από την ανάγνωση του εγχειριδίου χρήσης τους και διαφόρων άλλων κειμένων σχετικών με το εργαλείο DSS όσο όμως και σε πρακτικό επίπεδο μέσα από την μελέτη δύο ξεχωριστών (πραγματικών) σεναρίων, έχουμε βρεθεί σε μία θέση όπου μπορούμε να κάνουμε μια κριτική του εργαλείου DSS. Αρχικά αυτό που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι κατά την διαδικασία της ανάγνωσης και προσπάθειας κατανόησης του θεωρητικού υποβάθρου για την χρήση του εργαλείου DSS δεν υπάρχουν αρκετές δυσκολίες, καθώς υπάρχουν επαρκής πηγές στις οποίες μπορεί να ανατρέξει κάποιος προκειμένου να κατανοήσει τις έννοιες του υδατικού ισοζυγίου, του Μη-ανταποδοτικού νερού και των συστατικών του αλλά και των δεικτών απόδοσης ενός δικτύου ύδρευσης. Όσον αφορά την χρήση του εργαλείου υπάρχει ένα επαρκές σε μεγάλο βαθμό (υπάρχουν μερικές ελλείψεις) εγχειρίδιο χρήσης του εργαλείου DSS.



### ΘΕΤΙΚΑ :

1. Επιλογές που βοηθάνε στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών
2. Αναφορά εμπειριών - αυτοδιδασκαλία
3. Αξιολόγηση του δικτύου μου
4. Η διαδικασία εκτελείται βήμα προς βήμα



### ΑΡΝΗΤΙΚΑ :

1. Τρόπος αποστολής των μεταβλητών
2. Η ταξινόμηση των μέτρων

Εικόνα 25: Τα θετικά και τα αρνητικά στοιχεία του εργαλείου DSS

## 5.1. Θετικά στοιχεία του εργαλείου DSS

Ξεκινώντας να γράφουμε για τα θετικά στοιχεία του εργαλείου DSS θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μόνο και μόνο η ύπαρξη ενός τέτοιου βοηθήματος για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης μέσω της βοήθειας που προσφέρει για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού αποτελεί ένα πολύ μεγάλο θετικό στοιχείο. Πριν την δημιουργία του εργαλείου DSS υπήρχαν διάφορα άλλα εργαλεία που βοηθούσαν κυρίως στην εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου ενός δικτύου ύδρευσης και τον υπολογισμό του όγκου του Μη-ανταποδοτικού νερού αλλά δεν υπήρχε ανάλογη βοήθεια σχετικά με τα μέτρα μείωσης που έπρεπε να εφαρμοστούν. Το εργαλείο DSS μπόρεσε λοιπόν να πάει ένα βήμα παραπέρα την βοήθεια που είχαμε μέχρι τώρα, καθώς με τον υπολογισμό των κατάλληλων δεικτών απόδοσης για το κάθε δίκτυο μπόρεσε να προσδιορίσει τα πιθανά αίτια για τις μεγάλες τιμές του Μη-ανταποδοτικού νερού και έτσι να προτείνει τα κατάλληλα μέτρα για την μείωση του. Έτσι με την χρησιμοποίηση του εργαλείου DSS μειώθηκε σημαντικά ο χρόνος που απαιτούνταν για την επιλογή των κατάλληλων μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού και ελαττώθηκε σημαντικά οι πιθανότητα ανθρώπινου λάθους (δεν εξαλείφτηκε τελείως διότι η τελική επιλογή των μέτρων εξαρτάται από τον κάθε χρήστη). Συνεπώς με την δημιουργία του εργαλείου DSS η διαχείριση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης έγινε αποτελεσματικότερη.

Μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου υπάρχουν αρκετά θετικά στοιχεία, μια από τις πιο σημαντικές επιλογές και ταυτόχρονα διευκολύνσεις που προσφέρει το εργαλείο DSS στον χρήστη του είναι η ανατροφοδότηση των εμπειριών των χρηστών. Μέσω αυτής της πλατφόρμας ο κάθε χρήστης καλείται να στείλει μια αναφορά των εμπειριών που αποκόμισε από την εφαρμογή των μέτρων που του πρότεινε το εργαλείο DSS. Ο κάθε χρήστης ανατροφοδοτεί ποία μέτρα εφάρμοσε σε τι ποσότητα και ποια τα αποτελέσματα τους. Έτσι ένας άλλος χρήστης προτού επιλέξει το ποία μέτρα θα εφαρμόσει από αυτά που του προτείνει το εργαλείο DSS μπορεί να ανατρέξει σε αυτή την πλατφόρμα και να δει τι αποτελέσματα είχανε άλλοι χρήστες εφαρμόζοντας τα μέτρα που του προτείνει το εργαλείο DSS, έτσι αυξάνονται ακόμα περισσότερο οι πιθανότητες ο κάθε χρήστης να κάνει την βέλτιστη επιλογή μέτρων. Επίσης με την ανατροφοδότηση των εμπειριών των χρηστών ενεργοποιείται και ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του εργαλείου DSS. Μέσω αυτού του μηχανισμού το εργαλείο DSS συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα των μέτρων αφού λοιπόν το εργαλείο λάβει πίσω αυτή την ανατροφοδότηση μπορεί μέσω τον κατάλληλων διαδικασιών να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση πάνω στο εργαλείο.

Το εργαλείο DSS όπως έχουμε αναφέρει ήδη είναι ένα λογισμικό πολύ φιλικό προς τον χρήστη και του παρέχει αρκετές βοήθειες, λειτουργώντας και ως ένα εξαιρετικό εργαλείο μάθησης. Μία από τις σημαντικότερες βοήθειες που προσφέρει στον χρήστη είναι η επιλογή για την αναζήτηση των εξαρτημένων μεταβλητών. Μέσα από αυτή την επιλογή ο κάθε χρήστης μπορεί να αναζητήσει ποίες μεταβλητές θα πρέπει να μετρήσει έτσι ώστε να υπολογίσει κάποιον δείκτη αξιολόγησης. Επίσης μπορεί να δει αν αλλάξει κάποια μεταβλητή του ποιοι δείκτες αξιολόγησης του δικτύου του θα πρέπει να επαναυπολογιστούν. Μια άλλη επιλογή εξαιρετικά βοηθητική προς τον χρήστη του εργαλείου DSS είναι η ειδική επιλογή που έχει ενσωματωθεί για τους δείκτες απόδοσης. Πηγαίνοντας στο ειδικό κομμάτι του εργαλείου DSS για τους δείκτες αξιολόγησης ο χρήστης μπορεί να βρει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες πάνω στους δείκτες απόδοσης όπως η πλήρης περιγραφή τους αλλά και ο τύπος

υπολογισμού του κάθε δείκτη απόδοσης με τις μονάδες του. Ένας ακόμα παράγοντας που συμβάλει στο να κάνει το εργαλείο DSS εκτός από ένα σημαντικό εργαλείο για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού και ένα σημαντικό εργαλείο μάθησης πάνω στο Μη-ανταποδοτικό νερό και τα μέτρα μείωσης του είναι ο ειδικός τομέας της πλατφόρμας του εργαλείου DSS για τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Ο χρήστης μπορεί να μάθει την πλήρη περιγραφή των μέτρων αλλά και να δει την αξιολόγηση του κάθε μέτρου βάση των κριτηρίων ταξινόμησης.

Μία ακόμα πολύ θετική και χρήσιμη επιλογή στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS είναι ο τομέας της αξιολόγησης του κάθε δικτύου. Μέσα από αυτό το κομμάτι του εργαλείου ο χρήστης μπορεί να δει μια αξιολόγηση του δικτύου του βάση των δεικτών αξιολόγησης του σε σχέση με τους δείκτες αξιολόγησης των δικτύων των άλλων χρηστών. Το εργαλείο DSS υπολογίζει το που βρίσκεται ο κάθε ένας από τους δείκτες αξιολόγησης του δικτύου του χρήστη σε σχέση με τους αντίστοιχους δείκτες αξιολόγησης των άλλων δικτύων που έχουν σταλεί και παρουσιάζει το αποτέλεσμα με την μορφή μιας μπάρας. Έτσι ο κάθε χρήστης μπορεί να αξιολογήσει ποιοτικά το πώς περίπου λειτουργεί το δίκτυο ύδρευσης του, αλλά και να συγκρίνει την απόδοση του σε σχέση με τα υπόλοιπα δίκτυα των άλλων χρηστών.

Επίσης ένα πολύ θετικό στοιχείο του εργαλείου DSS που διαπιστώθηκε κατά την χρήση του είναι το ότι η διαδικασία εκτελείται βήμα προς βήμα. Όταν χρησιμοποιεί κάποιος το εργαλείο DSS η διαδικασία προκειμένου να καταλήξει το εργαλείο στην τελική πρόταση των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού γίνεται με την ενεργή συμμετοχή του κάθε χρήστη. Πριν προχωρήσει η κάθε διαδικασία στο επόμενο βήμα ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει το πώς θα συνεχίσει, το εργαλείο DSS απλά προτείνει στον χρήστη πώς πρέπει να συνεχίσει αλλά η τελική επιλογή εξαρτάται από τον χρήστη. Μια άλλη σημαντική επιλογή που δίνεται στον χρήστη είναι ότι μπορεί να γυρίσει στο προηγούμενο βήμα και να αλλάξει τις επιλογές του. Επίσης ο χρήστης έχει την επιλογή σε οποιοδήποτε βήμα τις διαδικασίας και αν βρίσκεται να γυρίσει ακόμη και στο αρχικό στάδιο και να αλλάξει κάποιες μεταβλητές του ή ακόμη και τα όρια που έχει θέσει. Έτσι ο χρήστης μπορεί να δοκιμάσει διαφορετικά σενάρια για την λειτουργία του δικτύου του και να επιλέξει την βέλτιστη δυνατή λύση για το δίκτυο του.

## 5.2. Αρνητικά στοιχεία για το εργαλείο DSS

Κατά την διάρκεια της χρήσης του εργαλείου DSS διαπιστώθηκαν μερικά αρνητικά στοιχεία του αλλά και μερικές ελλείψεις. Αρχικά μεγάλο πρόβλημα υπήρξε με την αποστολή των δεδομένων στο εργαλείο DSS. Η διαδικασία αν και είναι αρκετά απλή και από το εργαλείο DSS υπάρχει αρκετή βοήθεια, πολλές φορές μπορεί να γίνει χρονοβόρα καθώς υπάρχουν αρκετές προδιαγραφές για το πώς πρέπει να σταλούν τα αρχεία και αν δεν τηρούνται όλες η αποστολή των αρχείων δεν θα μπορέσει να ολοκληρωθεί. Ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα που δεν γίνεται από την αρχή αντιληπτό είναι ότι για να μπορέσει να εισαχθούν τα δεδομένα που στείλαμε δεν απαιτούνται μόνο οι μεταβλητές που χρειάζεται το εργαλείο DSS αλλά και ένα ακόμα αρχείο το οποίο όμως ουσιαστικά δεν παρέχει περισσότερες πληροφορίες από το αρχείο με τις μεταβλητές. Επίσης πρόβλημα παρουσιάζεται και στην τελική διαδικασία πριν από την χρησιμοποίηση των δεδομένων που στείλαμε έτσι ώστε να μας βοηθήσει το εργαλείο DSS να καταλήξουμε στα κατάλληλα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Μετά την αποστολή των δεδομένων θα ήταν λογικό και πιο

εύκολο να μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε κατευθείαν το εργαλείο DSS, αυτό όμως δεν είναι εφικτό καθώς απαιτείται να κάνουμε ένα ακόμα βήμα πριν την τελική χρησιμοποίηση των δεδομένων μας. Ο κάθε χρήστης πρέπει μετά που θα στείλει τα απαραίτητα αρχεία ( δεδομένα ) να πάει σε ένα ειδικό τομέα της πλατφόρμας του εργαλείου DSS ( στο Administrator page ) και να επιλέξει την μία και μοναδική επιλογή που έχει εκεί ( Recreate ). Αυτή η διαδικασία είναι πραγματικά πολύ απλή. Όμως δημιουργείται σύγχυση κατά τη χρήση του εργαλείου DSS αφενός διότι δεν αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης του εργαλείου, παρά μόνο στις αρχές περιγραφές των επιλογών του, και αφετέρου διότι θα μπορούσε να είχε ενσωματωθεί είτε στο κομμάτι της πλατφόρμας του εργαλείου DSS για την αποστολή των αρχείων είτε στην αρχική σελίδα της διαδικασία υποστήριξης της απόφασης, πριν δηλαδή την επιλογή των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει ο κάθε χρήστης.

Κατά την χρήση του εργαλείου DSS διαπιστώθηκε επίσης μια έλλειψη. Το σύστημα ταξινόμηση των μέτρων αν και αρκετά καινοτόμο δεν μπόρεσε να ποσοτικοποιήσει τα μέτρα. Βάση του συστήματος ταξινόμησης των μέτρων παίρνουμε μια ποιοτική ταξινόμηση του κάθε μέτρου σε σχέση με τα υπόλοιπα μέτρα. Δεν είμαστε όμως σε θέση να γνωρίζουμε με αριθμούς έστω και προσεγγιστικά το κόστος και το όφελος που αναμένεται να έχουμε από την εφαρμογή ενός συνόλου μέτρων. Έτσι η όποια επιλογή μέτρων κάνουμε βασίζεται μόνο στην αξιολόγηση των μέτρων σε σχέση με τα άλλα μέτρα και όχι σε αριθμητικά δεδομένα. Μπορεί δηλαδή να επιλέξουμε ένα μέτρο επειδή έχει λιγότερο κόστος σε σχέση με τα υπόλοιπα μέτρα που μας προτείνει το εργαλείο DSS αλλά όμως να είναι αρκετά ακριβή η εφαρμογή του στο δίκτυο ύδρευσης που μελετάμε με αποτέλεσμα να μην έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι η ταξινόμηση των μέτρων που υπάρχει αυτή την στιγμή στο εργαλείο DSS δεν κρίνεται ως αναποτελεσματική ή λάθος απλά υπάρχουν αρκετά περιθώρια βελτίωσης της.

### 5.3. Γενική εικόνα για το εργαλείο DSS

Σε γενικές γραμμές η χρήση του εργαλείου DSS ήταν ιδιαίτερα απλή και βοήθησε αρκετά στην μελέτη του δικτύου. Ένα πάρα πολύ θετικό στοιχείο του εργαλείου ήταν η βοήθεια που προσέφερε μέσα από την πλατφόρμα διότι σε όποιο σημείο της διαδικασίας και αν βρισκόμασταν μπορούσαμε να ανατρέξουμε σε συγκεκριμένες επιλογές και να πάρουμε τις απαραίτητες διευκρινίσεις για έννοιες τις οποίες ίσως δεν είχαμε κατανοήσει και τόσο καλά. Επίσης το ότι η διαδικασία εκτελούνταν βήμα προς βήμα μας βοήθησε αρκετά να έχουμε καλύτερη εικόνα για την λειτουργία του δικτύου ύδρευσης αλλά και τα αίτια στα οποία οφειλότανε οι όγκοι του Μη-ανταποδοτικού νερού. Τα μόνα προβλήματα που δημιουργηθήκανε και ήταν υπαίτιο το εργαλείο DSS άρα μπορούμε να του τα καταλογίσουμε και ως αρνητικά του στοιχεία ήταν η περίπλοκη διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί για να σταλούν οι μεταβλητές του δικτύου ύδρευσης, καθώς οι οδηγίες δεν ήταν επαρκείς, αλλά και το ότι δεν έχουμε πλήρη ποσοτική εικόνα για τα μέτρα μείωσης που τελικά επιλέξαμε και τα αποτελέσματά τους. Εν κατακλείδι η χρήση του εργαλείου DSS βοηθά σημαντικά στην διαχείριση των όγκων του Μη-ανταποδοτικού νερού στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών του και εξοικονομεί αρκετό χρόνο, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες στην χρήση του και ελλείψεις που να αποτρέπουν ένα πιθανό χρήστη από το να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS για την μείωση των όγκων του Μη-ανταποδοτικού νερού.



## 6. ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ DSS

Η ανάλυση SWOT είναι ένα σημαντικό εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού. Αποτελεί μία ανάλυση των δυνατών σημείων ( strengths ), των αδυναμιών ( weaknesses ), των ευκαιριών ( opportunities ) και των απειλών ( threats ) που έχει ή μπορεί να έχει το εργαλείο DSS. Κατά την υλοποίηση μίας ανάλυσης SWOT αναζητούμε πληροφορίες για το εσωτερικό περιβάλλον του εργαλείου DSS ( δυνατά σημεία και αδυναμίες ) αλλά και για το εξωτερικό περιβάλλον ( ευκαιρίες και απειλές ). Με τον όρο εσωτερικό περιβάλλον εξετάζουμε το εργαλείο DSS καθαρά βάση των επιλογών που προσφέρει και των προβλημάτων που προέκυψαν κατά την χρήση του αλλά και πιθανές ελλείψεις που διαπιστώθηκαν. Με τον όρο εξωτερικό περιβάλλον εξετάζουμε το εργαλείο DSS ως ένα λογισμικό που υπάρχει στην αγορά και κατά πόσο προσφέρονται ευκαιρίες για την χρήση του και εξάπλωση του αλλά και τους παράγοντες που μπορεί να την αποτρέψουν.

|   |  |
|---|--|
| <b>S</b> <b>Δυνατά σημεία :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Η χρήση του εργαλείου είναι δωρεάν</li> <li>• Σημαντικό εργαλείο μάθησης</li> <li>• Δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων μετά την αποστολή τους</li> <li>• Δυνατότητα επεξεργασίας των ορίων</li> <li>• Η διαδικασία εκτελείται βήμα-βήμα</li> <li>• Ταξινόμηση των μέτρων</li> <li>• Πρόταση των μέτρων</li> <li>• Φύλλο προς την χρήση</li> </ul> | <b>W</b> <b>Αδυναμίες:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δύσκολος – περίπλοκος τρόπος αποστολής των δεδομένων</li> <li>• Αποθηκεύεται μόνο μία περίπτωση για κάθε χρήστη</li> <li>• Ελάχιστες αναφορές από τις εμπειρίες των χρηστών</li> </ul> |
| <b>O</b> <b>Ευκαιρίες :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Συνεχείς προσπάθειες για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε όλα τα δίκτυα</li> <li>• Ενσωμάτωση και ορίων χωρών εκτός Ευρώπης</li> <li>• Χρήση ως εργαλείο μάθησης πάνω στην μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού</li> </ul>  | <b>T</b> <b>Απειλές :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ο ανταγωνισμός που πιθανά θα προκύψει</li> </ul>  |

Εικόνα 26: Σχηματική παρουσίαση της ανάλυσης SWOT του εργαλείου DSS

## 6.1. Δυνατά σημεία

- **Η χρήση του εργαλείου είναι δωρεάν**

Όταν μιλάμε για μείωση του όγκου του Μη-ανταποδοτικού νερού μιλάμε για μια επένδυση που θα κάνει το δίκτυο ύδρευσης πάνω σε αυτή την κατεύθυνση. Κάθε επένδυση πρέπει να είναι οικονομικά αποδεκτή προκειμένου να φέρει τα αποτελέσματα που προσδοκούμε. Όπως έχουμε προαναφέρει για κάθε 1 ευρώ ( € ) που θα ξοδεύει το δίκτυο ύδρευσης πάνω στην κατεύθυνση της μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού, θα πρέπει να εξοικονομείται όγκος νερού οικονομικής αξίας παραπάνω από 1 ευρώ ( € ). Στα έξοδα που γίνονται για να μειωθεί το Μη-ανταποδοτικό νερό συνυπολογίζονται πολύ παράγοντες όπως το κόστος των μέτρων που θα εφαρμοστούν αλλά και τα έξοδα κατά την διάρκεια σχεδιασμού των μέτρων ( αμοιβές ανθρώπινου δυναμικού, αγορά λογισμικού κλ. ). Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό με την χρήση του εργαλείου DSS το οποίο είναι δωρεάν και δεν απαιτείται και ανθρώπινο δυναμικό εξαιρετικά ειδικευμένο πάνω στην χρήση του, τα έξοδα μιας επιχείρησης ύδρευσης μειώνονται σημαντικά όσον αναφορά την προσπάθεια διαχείρισης και μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού, με αποτέλεσμα να είναι πιο πιθανόν μία στρατηγική μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού να μπορεί να χαρακτηριστεί πιο εύκολα οικονομικά αποδοτική άρα και να μπορέσει να εφαρμοστεί.

- **Σημαντικό εργαλείο μάθησης**

Το εργαλείο DSS εκτός από μια πλατφόρμα που βοηθάει τον κάθε χρήστη να αποφασίσει την καλύτερη δυνατή στρατηγική μέτρων για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού στο δίκτυο ύδρευσης, αποτελεί επίσης ένα πολύ σημαντικό εργαλείο μάθησης πάνω στα μέτρα μείωσης αλλά και τα συστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού. Αν ο χρήστης περιηγηθεί στην πλατφόρμα DSS έχει διάφορες επιλογές έτσι ώστε να διευρύνει τις γνώσεις του πάνω στην διαχείριση και μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού. Μπορεί να επιλέξει να δει τις μεταβλητές τις οποίες πρέπει να μετρήσει προκειμένου να υπολογίσει κάποιο δείκτη απόδοσης για το δίκτυο του ( από ποιες μεταβλητές εξαρτάται ο κάθε δείκτης). Επίσης μπορεί να μάθει για τους δείκτες αξιολόγησης καθώς στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS υπάρχει μια εκτενείς βάση δεδομένων πάνω στους δείκτες αξιολόγησης την περιγραφή τους τις μονάδες τους αλλά και τον τύπο υπολογισμού του κάθε δείκτη. Μια άλλη επιλογή που δίνεται στον χρήστη είναι να μάθει για τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS μέσω μιας ειδικής επιλογής ο χρήστης μπορεί να μάθει για τα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού την ταξινόμηση τους των διαχωρισμό τους σε ομάδες αλλά και περισσότερες επεξηγηματικές πληροφορίες πάνω στα μέτρα.

- **Δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων μετά την αποστολή τους**

Μετά την αποστολή δεδομένων πριν προχωρήσει στον υπολογισμό των δεικτών απόδοσης του δικτύου εμφανίζεται στον χρήστη μια προεπισκόπηση των δεδομένων που έχει στείλει στο εργαλείο DSS. Σε αυτό το σημείο ο χρήστης μπορεί να ερευνήσει μήπως έχει κάνει κάποιο λάθος καθώς δίπλα

από κάθε μεταβλητή εμφανίζεται η περιγραφή της αλλά και οι μονάδες της. Αν ο χρήστης εντοπίζει κάποιο λάθος μπορεί πολύ απλά να το διορθώσει επιλέγοντας να επεξεργαστεί τα δεδομένα που έστειλε. Επίσης αν κάποιος χρήστης επιθυμεί να δει πως θα συμπεριφερότανε το δίκτυο ύδρευσης του (στην ουσία το υδατικό ισοζύγιο ) εάν αλλάζανε δύο ή και περισσότερες μεταβλητές μπορεί να θέσει νέες τιμές στις μεταβλητές αυτές έτσι ώστε να προχωρήσει εκ νέου στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου του το εργαλείο DSS χωρίς να είναι απαραίτητη κάποια άλλη ενέργεια.

- **Δυνατότητα επεξεργασίας των ορίων**

Όπως είπαμε ο χρήστης αρχικά καλείται να επιλέξει την γλώσσα με την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS αλλά και τα όρια σύμφωνα με τα οποία θα εκτιμηθεί το υδατικό ισοζύγιο του δικτύου ύδρευσης. Μια σημαντική επιλογή στην αξιολόγηση του δικτύου του είναι ότι η επιλογή των ορίων δεν είναι δεσμευτική για τον χρήστη. Ο κάθε χρήστης μπορεί ανεξάρτητα σε πιο βήμα της διαδικασίας βρίσκεται να αλλάξει την επιλογή των ορίων και έτσι να δει πως θα αλλάζανε οι τιμές για το δίκτυο εάν καλούταν να ανταποκριθεί σε κάποια άλλα όρια. Επίσης στο τελευταίο βήμα πριν την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου δίνεται η δυνατότητα να θέσει τα δικά του όρια ή και να επεξεργαστεί τα υπάρχοντα ( εάν παραδείγματος χάριν επιθυμεί να αλλάξει ένα – δύο μόνο όρια σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα στο εργαλείο DSS ) προκειμένου να αξιολογήσει την συμπεριφορά του δικτύου του και να καταλήξει στα καλύτερα δυνατά μέτρα για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού στο δίκτυο του.

- **Ταξινόμηση των μέτρων**

Μια από της πιο σημαντικές δυνατότητες του εργαλείου DSS είναι η ταξινόμηση των μέτρων. Με την ανάπτυξη της αξιολόγησης του κάθε μέτρου και των χαρακτηρισμό κάθε μέτρου με ένα έως πέντε αστέρια, κατέστη δυνατό στο εργαλείο DSS να μπορεί να ταξινομεί τα προτεινόμενα μέτρα με διαφορετικά κριτήρια. Στο τέλος της κάθε διαδικασίας υποστήριξης απόφασης το εργαλείο DSS προτείνει στον κάθε χρήστη μια λίστα με τα μέτρα που είναι πιο κατάλληλα για το δίκτυο ύδρευσης του προκειμένου να επιτύχει μείωση στους όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού. Μέσω όμως της ταξινόμησης των μέτρων ο χρήστης μπορεί πιο εύκολα να επιλέξει για το πια μέτρα θα εφαρμόσει ανάλογα με τις ανάγκες του. Για παράδειγμα ο ένας χρήστης μπορεί να θέλει τα μέτρα που θα εφαρμόσει να έχουν την μεγαλύτερη χρονική διάρκεια στην οποία θα είναι εμφανή τα αποτελέσματα τους στο δίκτυο ύδρευσης του, ενώ κάποιος άλλος να θέλει τα μέτρα να έχουν την καλύτερη σχέση κόστους και απόδοσης. Έτσι ο πρώτος χρήστης μπορεί να επιλέξει να ταξινομηθούν τα μέτρα βάση της χρονικής διάρκειας της επίδρασης τους και να επιλέξει τα μέτρα που βρίσκονται πιο ψηλά την λίστα ενώ ο δεύτερος μπορεί να επιλέξει να ταξινομηθούν τα μέτρα βάση της αποδοτικότητας του κόστους τους και να επιλέξει ανάλογα .

- **Η διαδικασία εκτελείται βήμα – βήμα**

Μια από τις πιο σημαντικές ευκολίες προς τον χρήστη είναι ότι το εργαλείο DSS εκτελεί την διαδικασία βήμα – βήμα. Αυτό δίνει την δυνατότητα να

κατανοήσει σε βάθος όλα τα συστατικά του υδατικού ισοζυγίου αλλά και τα υποσυστατικά τους. Ο χρήστης περιηγείται μέσω του εργαλείου DSS βήμα – βήμα στον υπολογισμό των απαραίτητων δεικτών απόδοσης αλλά και στην εκτίμηση για το σε ποιο από τα υποσυστατικά του Μη-ανταποδοτικού νερού θα πρέπει να στοχεύουν τα μέτρα μείωσης του. το εργαλείο προτείνει στον κάθε χρήστη μετά από κάθε βήμα στον χρήστη πως πρέπει να προχωρήσει στο επόμενο βήμα αλλά αυτή η πρόταση δεν είναι δεσμευτική. Ο χρήστης έχοντας όλες τις απαιτούμενες μεταβλητές και επιλογές μπροστά του μπορεί να αξιολογήσει μόνος του και να επιλέξει ακόμα και μια επιλογή η οποία δεν είναι στις προτάσεις του εργαλείου DSS αν αυτός το επιθυμεί. Αυτή η διαδικασία καθιστά δυνατό να μελετηθούν από τον χρήστη όλα τα πιθανά σενάρια μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού μέσω των διαφόρων μέτρων μείωσης και έτσι να μπορεί να επιλέξει το καλύτερο δυνατό σύνολο μέτρων για το δίκτυο ύδρευσης του.

- **Φιλικό προς τον χρήστη**

Το εργαλείο DSS αν και αποτελεί ένα εργαλείο για την υποστήριξη μίας διαδικασίας σε μεγάλο βαθμό πολύπλοκης και απαιτητικής παραμένει εξαιρετικά φιλικό προς τον χρήστη. Αν κοιτάξουμε λίγο αλλά λογισμικά για την ολοκλήρωση διαφόρων υπολογισμών ή την υποστήριξη άλλων διαδικασιών θα παρατηρήσουμε ότι ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα τους είναι η πολυπλοκότητα της χρήσης τους. Πριν από την χρησιμοποίησή τους ο κάθε χρήστης θα πρέπει να έχει μελετήσει διεξοδικά το κάθε λογισμικό προκειμένου να μπορέσει να το αξιοποιήσει κατάλληλα και με τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το εργαλείο DSS έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να βοηθάει τον χρήστη ακόμα και κατά την διάρκεια της χρήσης του. Υπάρχουν μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS αρκετές πληροφορίες που ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει και να βοηθηθεί για την σωστή χρήση του εργαλείου DSS. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι ότι κατά την διαδικασία της αποστολής των δεδομένων υπάρχουν τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης σε ειδική περιοχή στα πλάγια της πλατφόρμας αλλά δίνεται και η δυνατότητα στον χρήστη να παρακολουθήσει ένα επεξηγηματικό βίντεο με την διαδικασία αποστολής των δεδομένων. Μέσω αυτών των επιλογών ο κάθε χρήστης εξοικονομεί αρκετό χρόνο που θα έπρεπε να αναλώσει στο να μάθει την διαδικασία προκειμένου να είναι σε θέση να στείλει τα δεδομένα του στο εργαλείο DSS

## 6.2. Αδυναμίες ( Weaknesses )

- **Δύσκολος – περίπλοκος τρόπος αποστολής των δεδομένων**

Όσο φιλικό και αν είναι το εργαλείο DSS προς το κάθε χρήστη άλλο τόσο περίπλοκος είναι ο τρόπος αποστολής των δεδομένων του. Για την προετοιμασία και την αποστολή των μεταβλητών του δικτύου του χρήστη υπάρχουν αρκετές βοήθειες μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS, δε είναι όμως ούτε αυτές αρκετές για να γίνει πιο απλός ο τρόπος αποστολής των δεδομένων. Ο χρήστης καλείται να ετοιμάσει τα δεδομένα του βάση αυστηρών κανονισμών λόγω της τυποποίησης που έγινε για την εισαγωγή των



δεδομένων πράγμα το οποίο οδηγεί πολλές φορές σε περίπλοκες διαδικασίες για τον χρήστη. Επίσης ακόμα και αν τα δεδομένα σταλούν επιτυχώς στο εργαλείο DSS ο χρήστης δεν μπορεί να το χρησιμοποιήσει αμέσως, πρέπει να ανατρέξει σε μια άλλη επιλογή της πλατφόρμας του εργαλείου DSS και να πατήσει την κατάλληλη επιλογή έτσι ώστε να είναι σε θέση το εργαλείο DSS να δημιουργήσει την κατάλληλη επιλογή για τα δεδομένα του χρήστη στην αρχή της διαδικασίας υποστήριξης απόφασης.

- **Αποθηκεύει μόνο μια περίπτωση για κάθε χρήστη**

Το εργαλείο DSS δεν είναι σε θέση να αποθηκεύσει παραπάνω από μια περίπτωση για τον χρήστη. Έτσι ο κάθε χρήστης δεν μπορεί να επιλέξει κατευθείαν κάποια παλιά δεδομένα αν θέλει να συγκρίνει την λειτουργία του δικτύου του. Εάν κάποιος χρήστης έχει μελετήσει το δίκτυο ύδρευσης του για ένα έτος ( π.χ. 2010 ) και καταλήξει σε κάποια μέτρα, και τον επόμενο χρόνο ( 2011 ) ξαναμελετήσει το δίκτυο του το εργαλείο DSS θα έχει σβήσει σαν επιλογή για την διαδικασία της λήψης απόφασης τα αρχικά δεδομένα του χρήστη ( για το έτος 2010 ). Έτσι αν ο χρήστης επιθυμεί να συγκρίνει την βελτίωση που είχε στο δίκτυο του μετά την επιβολή των μέτρων θα πρέπει να ξαναστείλει από την αρχή τα δεδομένα του στο εργαλείο DSS, μια εργασία που θα απαιτήσει χρόνο και όπως έχουμε προαναφέρει είναι αρκετά περίπλοκη.

- **Ελάχιστες αναφορές εμπειριών χρηστών**

Μια από τις πιο σημαντικές επιλογές του εργαλείου DSS ήταν η δυνατότητα να δει ο κάθε χρήστης την εμπειρία που αποκόμισαν άλλοι χρήστες από την επιβολή των μέτρων στο δίκτυο ύδρευσης τους. Επίσης μέσω των αναφορών των εμπειριών των χρηστών ενεργοποιούνταν ο μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας του εργαλείου DSS. Μέσω του μηχανισμού αυτού το εργαλείο γινόταν πιο “έξυπνο” άρα και πιο αποτελεσματικό στο να βοηθήσει τον κάθε χρήστη να καταλήξει στο καλύτερο δυνατόν σχέδιο μέτρων για το δίκτυο ύδρευσης του. Όμως μέχρι σήμερα ελάχιστοι χρήστες έχουν στείλει αναφορές των εμπειριών τους. Έτσι ο κάθε νέος χρήστης δεν μπορεί να επωφεληθεί από αυτή την δυνατότητα του εργαλείου DSS ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS, στην διαδικασία της υποστήριξης της απόφασης του στο έπακρο. Επίσης το να μην στέλνονται οι εμπειρίες των χρηστών σαν ανατροφοδότηση προς το εργαλείο DSS μπορεί να μην εμποδίζεται η σωστή και αποτελεσματική λειτουργία του αλλά αποτρέπεται η περαιτέρω βελτίωση του.

### 6.3. Ευκαιρίες ( Opportunities )

- **Συνεχείς προσπάθειες για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού**

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να γίνεται αντιληπτό από της εταιρίες ύδρευσης το ότι ένα δίκτυο ύδρευσης με μεγάλους όγκους Μη-ανταποδοτικού νερού ελλοχεύει κινδύνους για την βιωσιμότητα του δικτύου. Έχει αρχίσει λοιπόν μια προσπάθεια να μειωθούν οι όγκοι του Μη-ανταποδοτικού νερού



καθώς αν επιτευχθεί η μείωση μπορεί να μην αυξάνονται τα έσοδα της επιχείρησης αλλά μειώνονται σημαντικά τα κόστη της. Μέχρι και την εμφάνιση του εργαλείου DSS, υπήρχανε προγράμματα για την εκτίμηση μόνο του υδατικού ισοζυγίου του δικτύου ύδρευσης. Το εργαλείο DSS προχώρησε αυτή την προσπάθεια ένα βήμα παραπέρα καθώς όχι μόνο βοηθά στην εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου αλλά προτείνει και τα κατάλληλα μέτρα μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού για κάθε περίπτωση. Πλέον τα δίκτυα ύδρευσης είναι αρκετά μεγάλα και οι όγκοι δεδομένων που συλλέγονται από αυτά εξίσου μεγάλοι. Έτσι η διαχείριση ενός δικτύου και η προσπάθεια επιλογής των κατάλληλων μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού αποκλειστικά και μόνο μέσα από το ανθρώπινο δυναμικό της κάθε επιχείρησης θα αποτελούσε μια διαδικασία αρκετά επίπονη, χρονοβόρα αλλά και ταυτόχρονα με αμφίβολα αποτελέσματα καθώς οι όγκοι των δεδομένων θα ήταν τόσο μεγάλοι αλλά και οι περιπτώσεις και τα σενάρια που θα απαιτούσαν να μελετηθούν τόσο πολλά, που οι πιθανότητες να συμβεί κάποιο ανθρώπινο λάθος θα ήταν ιδιαίτερα αυξημένες. Με την χρήση του εργαλείου DSS όμως, απλοποιείται σημαντικά αυτή η διαδικασία, περιορίζεται ο χρόνος που απαιτείται για τα μέτρα, ελαχιστοποιούνται τα ανθρώπινα λάθη και επιλέγεται η βέλτιστη λύση. Είναι σαφές λοιπόν ότι σε μία «αγορά» που τώρα ανοίγεται και με τις καινοτομίες και διευκολύνσεις που προσφέρει το εργαλείο DSS υπάρχουν οι κατάλληλες πιθανότητες και δυνατότητες να γίνει το εργαλείο DSS το απόλυτο εργαλείο για όποιον επιθυμεί να μειώσει τους όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης.

- **Εξάπλωση και εκτός των ευρωπαϊκών ορίων**

Το εργαλείο DSS δημιουργήθηκε μέσω ενός ευρωπαϊκού προγράμματος για την διαχείριση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε χώρες της Μεσογείου. Όπως είναι λοιπόν φυσικό στην αρχική του κατάσταση τα όρια για τα δίκτυα ύδρευσης ήταν σύμφωνα με τα όρια που ισχύουν στις χώρες της μεσογείου που συμμετείχαν στο πρόγραμμα άρα και στην ανάπτυξη του DSS τόσο σαν λογισμικό αλλά και σαν ιδέα. Η ύπαρξη όμως μόνο αυτών των ορίων καθιστά το εργαλείο DSS μη αξιοποιήσιμο σε χώρες εκτός των ευρωπαϊκών ορίων. Σε παγκόσμια κλίμακα όμως οι χώρες που παρουσιάζουν μεγαλύτερο πρόβλημα σχετικά με τους όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού στα δίκτυα ύδρευσης τους βρίσκονται στην Αφρική και στην Ασία. Όμως το εργαλείο DSS όπως είπαμε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτές της χώρες καθώς δεν ενσωματώνει όρια για τις συγκεκριμένες περιπτώσεις. Εάν όμως μελετηθούν οριστούν και ενσωματωθούν τα κατάλληλα όρια για τις χώρες της Αφρικής, της Ασίας και γενικά για όλες τις χώρες στον κόσμο τότε δεν θα υπάρχει κανένας περιορισμός στην χρήση του. Αναφέρουμε κυρίως της χώρες της Αφρικής και της Ασίας καθώς εκεί είναι οι μεγαλύτεροι όγκοι Μη-ανταποδοτικού νερού άρα και πιο απαραίτητη η χρήση του εργαλείου DSS. Με την ενσωμάτωση λοιπόν των νέων ορίων το εργαλείο DSS θα είναι σε θέση να βοηθήσει οποιοδήποτε δίκτυο ύδρευσης για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού και ένα ακόμα μεγαλύτερο σύνολο εν δυνάμει χρηστών του εργαλείου DSS θα έχει δημιουργηθεί.

- **Χρήση σαν εκπαιδευτικό εργαλείο**

Μια χρήση του εργαλείου DSS που δεν μπορεί να μην αξιοποιηθεί είναι η χρήση του σαν εργαλείο μάθησης πάνω στο Μη-ανταποδοτικό νερό, στα συστατικά του, στα αίτια του και στα μέτρα μείωσης του. Μέσα στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS υπάρχουν αρκετές βάσης δεδομένων που μπορεί να ανατρέξει ο κάθε χρήστης και να βρει τις απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να εμβαθύνει την γνώση του πάνω στο Μη-ανταποδοτικό νερό. Αυτή η δυνατότητα δίνει και την επιλογή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εργαλείο DSS σαν ένα αποτελεσματικό και σύγχρονο εργαλείο μάθησης. Το εργαλείο DSS θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είτε από Πανεπιστημιακά ιδρύματα για την εκπαίδευση των φοιτητών πάνω στο υδατικό ισοζύγιο και την αποτελεσματική διαχείριση ενός δικτύου ύδρευσης είτε από τις ίδιες τις επιχείρησης ύδρευσης έτσι ώστε να επιμορφωθεί ακόμα περισσότερο το ανθρώπινο δυναμικό τους πάνω στο Μη-ανταποδοτικό νερό και να μπορέσει να αντιμετωπίσει τους όγκους του πιο αποτελεσματικά.

#### 6.4. Απειλές

- **Ο ανταγωνισμός που πιθανόν θα προκύψει στο μέλλον**

Η ιδέα της ανάπτυξης του εργαλείου DSS για την μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης προέκυψε μέσα από την διαπίστωση της έλλειψης που παρατηρήθηκε στον συγκεκριμένο χώρο. Έτσι όπως είναι φυσικό δεν υπάρχει αυτή την στιγμή κάποιος ανταγωνισμός για το εργαλείο DSS. Όμως η μεγάλη ανάγκη για την ύπαρξη τέτοιων βοηθητικών εργαλείων αλλά και η αυξανόμενη τάση που παρατηρείται για την αποτελεσματικότερη διαχείριση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης, είναι παράγοντες που δεν μας επιτρέπουν να αποκλείσουμε την ανάπτυξη και άλλων αντίστοιχων εργαλείων DSS. Δεν μπορεί να γίνει καμία ασφαλή πρόβλεψη για το αν τα νέα εργαλεία που πιθανόν να αναπτυχθούν θα είναι καλύτερα από το εργαλείο DSS. Το μόνο που μπορούμε να γνωρίζουμε είναι ότι την δεδομένη χρονική στιγμή το εργαλείο DSS μπορεί να βελτιωθεί και έτσι να γίνει ακόμα μικρότερη η απειλή από την πιθανή δημιουργία νέων εργαλείων DSS που θα έρθουν να καλύψουν τις αδυναμίες ή τις ελλείψεις του συγκεκριμένου εργαλείου DSS.

## 6.5. Γενικά συμπεράσματα από την ανάλυση SWOT

Μετά την ολοκλήρωση και της ανάλυσης SWOT μπορούμε να καταλήξουμε σε μερικά ασφαλή συμπεράσματα για την έως τώρα πορεία του εργαλείου DSS αλλά και τις προοπτικές που υπάρχουν στο μέλλον. Όπως φαίνεται και από το σχήμα και τα δυνατά σημεία αλλά και οι ευκαιρίες είναι περισσότερες ( αριθμητικά ) από τα αδύνατα σημεία και τις απειλές αντίστοιχα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι μέχρι τώρα το εργαλείο DSS έχει αφήσει θετικές εντυπώσεις αλλά και ότι στο μέλλον έχει αρκετά καλές προοπτικές. Πιο συγκεκριμένα, τα δυνατά σημεία του εργαλείου είναι αρκετά προκειμένου να εξαπλωθεί η χρήση του διότι έχουν εφαρμοστεί αρκετές καινοτομίες καθώς η ιδέα για την ανάπτυξη του εργαλείου DSS δημιουργήθηκε μέσα από την διαπίστωση των ελλείψεων που υπήρχαν στον τομέα της αποτελεσματικής διαχείρισης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Επίσης οι αδυναμίες που έχουν παρατηρηθεί στο εργαλείο DSS δεν είναι ικανές να αποτρέψουν έναν πιθανό χρήστη να το χρησιμοποιήσει για να μειώσει του όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού. Οι περισσότερες αδυναμίες του εργαλείου αφορούν λάθη που έγιναν κατά την διάρκεια του προγραμματισμού άρα είναι εύκολη η επέμβαση στο εργαλείο DSS και η διόρθωση του. η μοναδική αδυναμία που παρατηρήθηκε και δεν αφορούσε λάθος λογισμικού ήταν η έλλειψη μεγάλου όγκου αναφορών εμπειριών από τους χρήστες. Όμως και αυτή η αδυναμία μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα και να εξαλειφτεί τελείως. Τέλος οι ευκαιρίες που παρουσιάζονται για το εργαλείο DSS είναι εξαιρετικές ενώ οι απειλές που έχει δεν φαντάζουν αυτή την στιγμή ικανές να ανακόψουν την εξάπλωση του , δηλαδή την χρήση του από ακόμα περισσότερους μελετητές δικτύων ύδρευσης.

Πριν κλείσουμε το κεφάλαιο της ανάλυσης SWOT για το εργαλείο DSS θα πρέπει να αναφέρουμε ένα παράδοξο που αντιμετωπίσαμε. Η ταξινόμηση των μέτρων που χρησιμοποιείται για το εργαλείο DSS μπορούσε άνετα να συμπεριληφθεί και στην κατηγορία των αδύνατων σημείων. Αυτό θα γινόταν διότι η ταξινόμηση των μέτρων είναι ημι-ποσοτική και δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο που να μπορέσουμε έστω και προσεγγιστικά με αριθμούς να δούμε τα που βρίσκεται τα κάθε μέτρο. Η ταξινόμηση έχει γίνει βάση συγκρίσεων του ενός μέτρο με το άλλο και έτσι μπορούμε να καταλήξουμε μόνο στο πιο μέτρο έχει για παράδειγμα μεγαλύτερο δείκτη αποδοτικότητας κόστους σε σχέση με τα υπόλοιπα μέτρα. Δεν είμαστε όμως σε θέση να γνωρίζουμε την τιμή του δείκτη αυτού. Επιλέχθηκε όμως η τοποθέτηση της ταξινόμησης των μέτρων στα δυνατά σημεία του εργαλείου DSS. Αυτό έγινε διότι ακόμα και αν υπάρχουν ατέλειες ή ελλείψεις σε αυτόν τον τομέα του εργαλείου DSS δεν μπορούμε να αγνοήσουμε ότι ήταν η πρώτη προσπάθεια που έγινε πάνω στην ταξινόμηση των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού. Δεν εννοούμε ότι επειδή είναι η πρώτη προσπάθεια αυτόματα θεωρείται και καλή άρα και δυνατό σημείο για το εργαλείο DSS απλά είναι ικανοποιητική σε τέτοιο βαθμό που να μην εμποδίζει την αποτελεσματική λειτουργία του εργαλείου DSS και να μπει στα αδύνατα σημεία του. Υπάρχουν όμως μεγάλα περιθώρια βελτίωσης αυτής της επιλογής του εργαλείου DSS.

## 7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ DSS

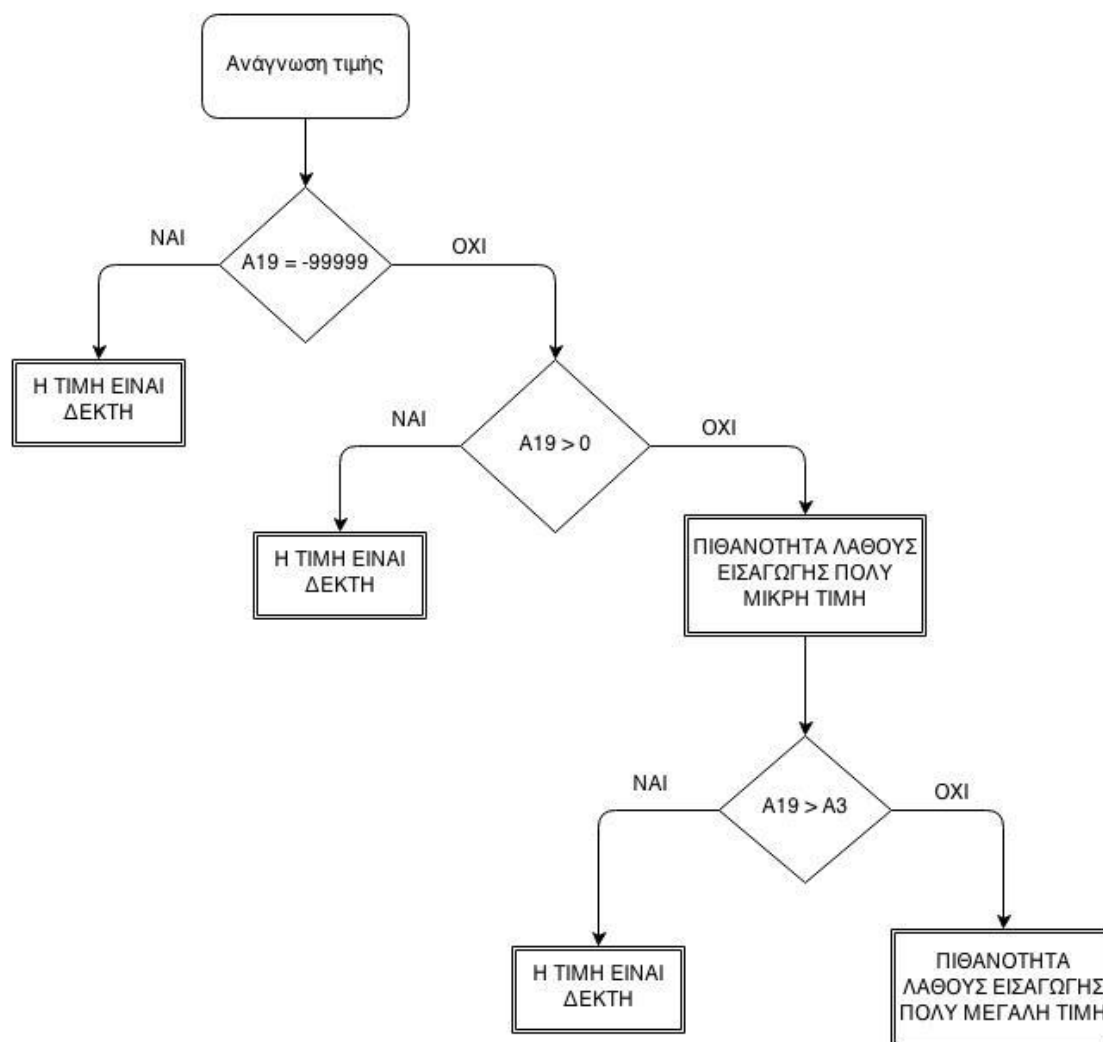
Πριν προχωρήσουμε στις προτάσεις βελτίωσης του εργαλείου DSS πρέπει να σημειώσουμε ότι όλες οι προτάσεις δημιουργήθηκαν μέσα από ελλείψεις που διαπιστώθηκαν κατά την χρήση του εργαλείου DSS. Ένα από τα πρώτα προβλήματα που αντιληφθήκαμε με το εργαλείο DSS ήταν ότι δεν υπήρχε ένας μηχανισμός ελέγχου των δεδομένων που εισάγουμε.

### 7.1. Δημιουργία μηχανισμού ελέγχου των δεδομένων εισόδου

Εξαιτίας της τυποποίησης που έπρεπε να γίνει για να σταλούν τα αρχεία στο εργαλείο DSS, έπρεπε να ετοιμαστούν τα δεδομένα βάση των απαιτήσεων του εργαλείου DSS. Αυτή η διαδικασία έπρεπε να γίνει με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να μην υπάρξουν λάθη. Δυστυχώς όμως παρά την μεγάλη προσοχή που δώσαμε τα λάθη δεν μπορέσαμε να τα αποφύγουμε. Έτσι δημιουργήθηκε η ιδέα για την δημιουργία ενός μηχανισμού ελέγχου των δεδομένων εισόδου στο εργαλείο DSS. Πολλές φορές γινόταν λάθη είτε με τα δεκαδικά ψηφία είτε με το να τοποθετηθεί η τιμή μίας μεταβλητής σε κάποια άλλη μεταβλητή. Εάν υπήρχε ένα μηχανισμός ελέγχου θα μπορούσαν όλα αυτά τα λάθη. Κάποιος μπορεί να ισχυριστεί ότι αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει μέσα από την προεπισκόπηση των δεδομένων, αυτός ο ισχυρισμός δεν είναι αβάσιμος αλλά επειδή η διαδικασία αυτή γίνεται πολλές φορές μηχανικά από τον κάθε χρήστη δεν είναι και ιδιαίτερα αποτελεσματική. Η δημιουργία όμως του μηχανισμού ελέγχου των δεδομένων και η ενσωμάτωσή του στο εργαλείο DSS θα ήταν πιο αποτελεσματική.

Ο μηχανισμός θα μπορούσε να ελέγχει τα δεδομένα που εισάγει και να επιστρέφει ένα μήνυμα στον χρήστη εάν έκρινε ότι υπάρχει περίπτωση ο χρήστης να έχει κάνει κάποιο λάθος. Ο χρήστης μετά από αυτό το μήνυμα θα είναι σε θέση να δει ξανά τα δεδομένα του και αν όντως έχει κάνει κάποιο λάθος να αλλάξει τα δεδομένα του, εάν πάλι κρίνει ότι ο μηχανισμός ελέγχου έχει εκτιμήσει λάθος τότε θα μπορεί να συνεχίσει με τα δεδομένα που είχε εισάγει αρχικά. Η δημιουργία του μηχανισμού είναι εξαιρετικά απλή καθώς το μόνο που απαιτείται ουσιαστικά είναι η δημιουργία κάποιων ορίων για κάθε μεταβλητή ( ανώτατα και κατώτατα όρια ), η η συσχέτιση κάποιων μεταβλητών μεταξύ τους όπως για παράδειγμα θέσπιση ορίων για την πίεση λειτουργίας στο δίκτυο ή την τιμή των πραγματικών απωλειών. Τα όρια αυτά δεν μας ενδιαφέρει να είναι κοντά στα όρια της αποδοτικής λειτουργίας ενός δικτύου ύδρευσης απλά να είναι κάποια λογικά όρια που πρέπει να τηρούνται έτσι ώστε να μην έχουμε κάνει κάποιο σοβαρό λάθος κατά την τυποποίηση των δεδομένων εισόδου. Για παράδειγμα ο όγκος των πραγματικών απωλειών ( μεταβλητή A19 ) δεν μπορεί να έχει δοθεί ούτε μηδενική καθώς ακόμα και το πιο σύγχρονο δίκτυο εμφανίζει πραγματικές απώλειες νερού όπως επίσης δεν μπορεί να έχει δοθεί και μεγαλύτερη από τον όγκο εισερχόμενου νερού στο σύστημα ( μεταβλητή A3 ). Επίσης η μεταβλητή για την μέση πίεση που εμφανίζει το δίκτυο ύδρευσης μεταβλητή D23 ) δεν μπορεί να είναι μηδενική αλλά επίσης δεν μπορεί να είναι και πολύ μεγάλη ( θα μπορούσαμε να βάλουμε μια μέγιστη τιμή π.χ. 600 ). Έτσι ο μηχανισμός με το που γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων θα ελέγχει αν τηρούνται τα παραπάνω όρια. Ειδική περίπτωση θα πρέπει να γίνει για την περίπτωση που ο χρήστης εισάγει την τιμή -99999 καθώς αυτή την τιμή την εισάγει ο χρήστης όταν δεν έχει δεδομένα για κάποια μεταβλητή. Έτσι ο μηχανισμός αρχικά θα πρέπει να ελέγχει

και το αν έχει εισαχθεί αυτή η τιμή για την μεταβλητή και αν ισχύει αυτή η λογική συνθήκη να μην προχωράει στον έλεγχο των ορίων για τα δεδομένα της συγκεκριμένης μεταβλητής.



Εικόνα 27: Διάγραμμα ροής για τον μηχανισμό ελέγχου της μεταβλητής A19

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η διαδικασία ελέγχου υπό την μορφή διαγράμματος ροής που πρέπει να ακολουθηθεί για να ελεγχθεί αν υπάρχει πιθανότητα να έχει κάνει κάποιο λάθος ο χρήστης σχετικά με την τιμή των πραγματικών απωλειών ( μεταβλητή A19 ). Η ενσωμάτωση του μηχανισμού ελέγχου θα μπορούσε πολύ εύκολα να γίνει και μέσα σε ένα αρχείο excel. Στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS ο κάθε χρήστης έχει την επιλογή να κατεβάσει κάποια βοηθητικά αρχεία ( sample files ), προκειμένου να βοηθηθεί με την τυποποίηση που απαιτείται για την αποστολή των δεδομένων στο εργαλείο DSS. Αυτά τα αρχεία είναι σε μορφή excel, άρα μπορεί πολύ εύκολα να ενσωματωθεί ο έλεγχος σε αυτά τα αρχεία.



Παρακάτω δίνονται δύο παραδείγματα για το πώς μπορεί να είναι ο μηχανισμός ελέγχου μέσα σε ένα υπολογιστικό φύλλο excel.

| DMA        | Period | Variable | Value  | no data    | low value | high value |
|------------|--------|----------|--------|------------|-----------|------------|
| demosystem | 2014   | A3       | 12345  |            |           |            |
| demosystem | 2014   | A19      | 5432.4 | data_exist | ok        | ok         |

| DMA        | Period | Variable | Value | no data    | low value | high value |
|------------|--------|----------|-------|------------|-----------|------------|
| demosystem | 2014   | A3       | 12345 |            |           |            |
| demosystem | 2014   | A19      | 54324 | data_exist | ok        | high_value |

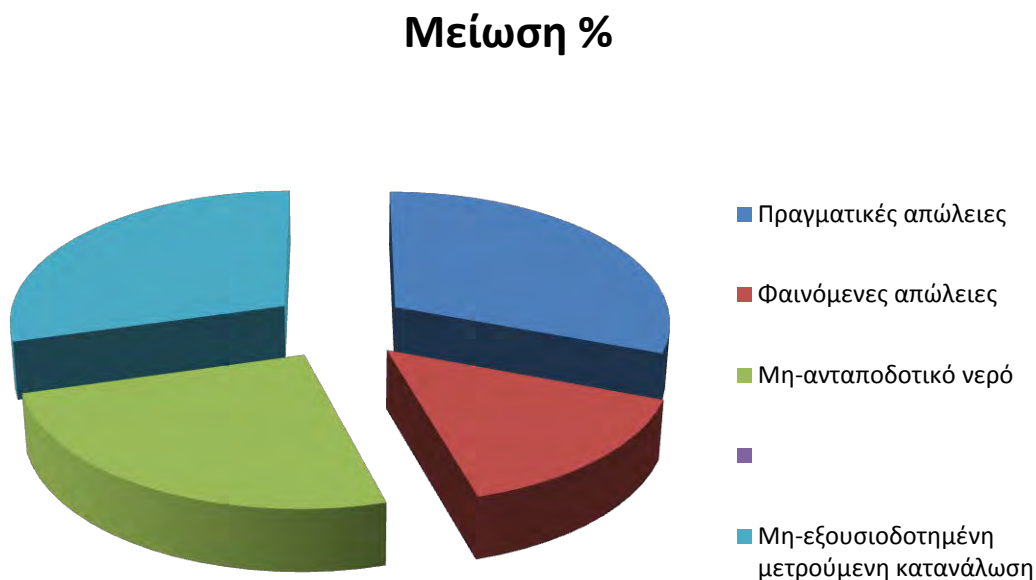
Πίνακας 6: Έλεγχος δεδομένων εισόδου για το εργαλείο DSS σε αρχείο excel

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε μια πρώτη προσπάθεια της εφαρμογής του ελέγχου δεδομένων εισόδου για το εργαλείο DSS. Ο εισερχόμενος όγκος νερού στο δίκτυο ύδρευσης είναι 12345 m<sup>3</sup> νερού και οι πραγματικές απώλειες του δικτύου είναι 54321.4 m<sup>3</sup>. Στην πρώτη περίπτωση ο χρήστης δεν έκανε λάθος στην τυποποίηση όμως στην δεύτερη περίπτωση ο χρήστης κατά λάθος έβαλε την υποδιαστολή ένα ψηφίο πιο πίσω. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να γίνει πολύ μεγάλη η τιμή των πραγματικών απωλειών. Έτσι στην δεύτερη περίπτωση εμφανίζεται στον χρήστη ένα μήνυμα high\_value που τον ειδοποιεί ότι η τιμή που έβαλε είναι πολύ μεγάλη. Έτσι ο χρήστης πριν στείλει τα δεδομένα μπορεί να δει ότι έχει κάνει λάθος και να το διορθώσει.

## 7.2. Εισαγωγή γραφήματος με την πρόοδο του χρήστη.

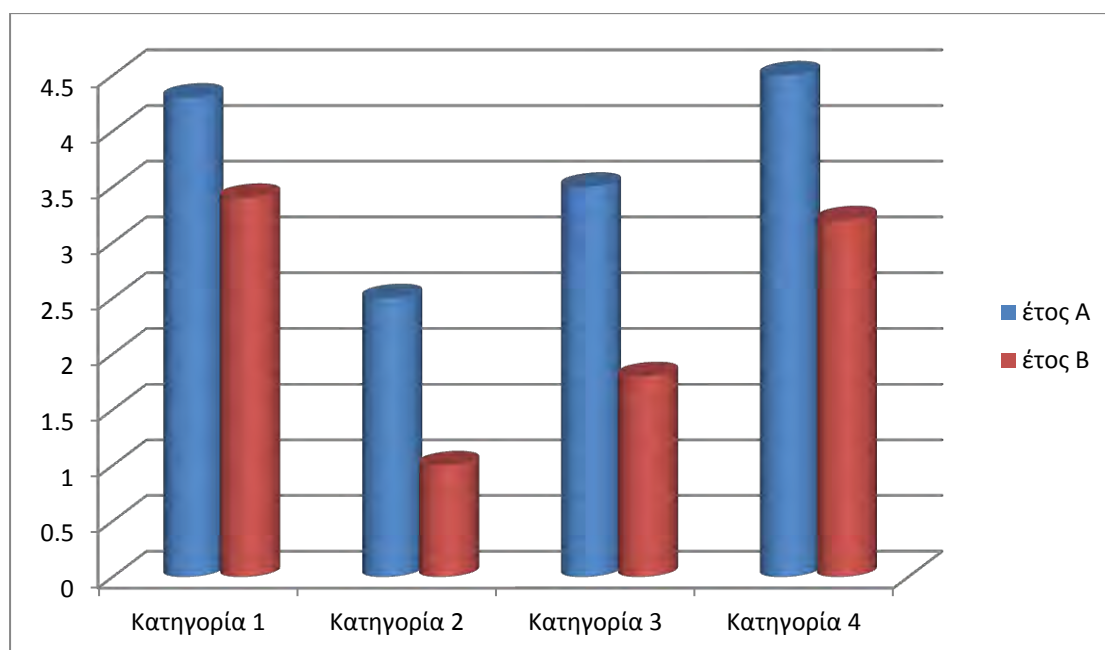
Μια ακόμη προσθήκη που θα μπορούσε να γίνει στο εργαλείο DSS είναι η προσθήκη ενός γραφήματος που θα δείχνει το πώς έχει βελτιωθεί η λειτουργία του δικτύου κάθε χρήστη. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια για να γίνει αυτό είναι το να αντιμετωπιστεί μια αδυναμία του εργαλείου DSS. Το εργαλείο DSS όπως έχουμε αναφέρει δεν έχει την δυνατότητα να αποθηκεύσει παραπάνω από ένα σενάρια για κάθε χρήση. Για να μπορέσουμε όμως να δούμε το γράφημα με την πρόοδο του κάθε χρήστη θα πρέπει το εργαλείο DSS να μπορεί να θυμάται παραπάνω από μια περίπτωση για κάθε χρήση. Εφόσον γίνει αυτό δυνατό τότε θα μπορέσει να εισαχθεί και το γράφημα με την πρόοδο του κάθε χρήστη. Η διαδικασία της μείωσης του όγκου του Μη-ανταποδοτικού νερού δεν είναι μια διαδικασία που θα διαρκέσει μόνο μια χρονιά. Για να έχουμε αποτελεσματική διαχείριση των όγκων του Μη-ανταποδοτικού νερού ίσως χρειαστούν αρκετά χρόνια σωστής διαχείρισης του δικτύου ύδρευσης. Άρα είναι πολύ σημαντικό να μπορεί ο κάθε χρήστης να δει την πρόοδο που έχει επιτύχει στο δίκτυο του με το προηγούμενο σύνολο μέτρων μείωσης που είχε εφαρμόσει. Στο γράφημα μπορεί να εμφανίζεται είτε η ποσοστιαία μείωση που επιτεύχθηκε είτε να

εμφανίζονται δίπλα-δίπλα οι όγκοι της προηγούμενης χρονιάς και αυτής που μελετά εκείνη την στιγμή ο χρήστης.



*Εικόνα 28: Γράφημα ποσοστιαίας μείωσης που επιτεύχθηκε μετά την επιβολή των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού.*

Το ποσοστό της μείωσης που θα εμφανίζεται σε αυτό το διάγραμμα θα μας δείχνει το πόσο πολύ μειώθηκαν οι όγκοι του Μη-ανταποδοτικού νερού και των συστατικών αλλά δεν θα έχουμε εικόνα για το πόσος όγκος νερού εξοικονομήθηκε. Για αυτό προτείνεται και η χρήση του δεύτερου διαγράμματος, ραβδογράμματος, στο οποίο θα εμφανίζονται οι όγκοι κάθε χρονιάς.

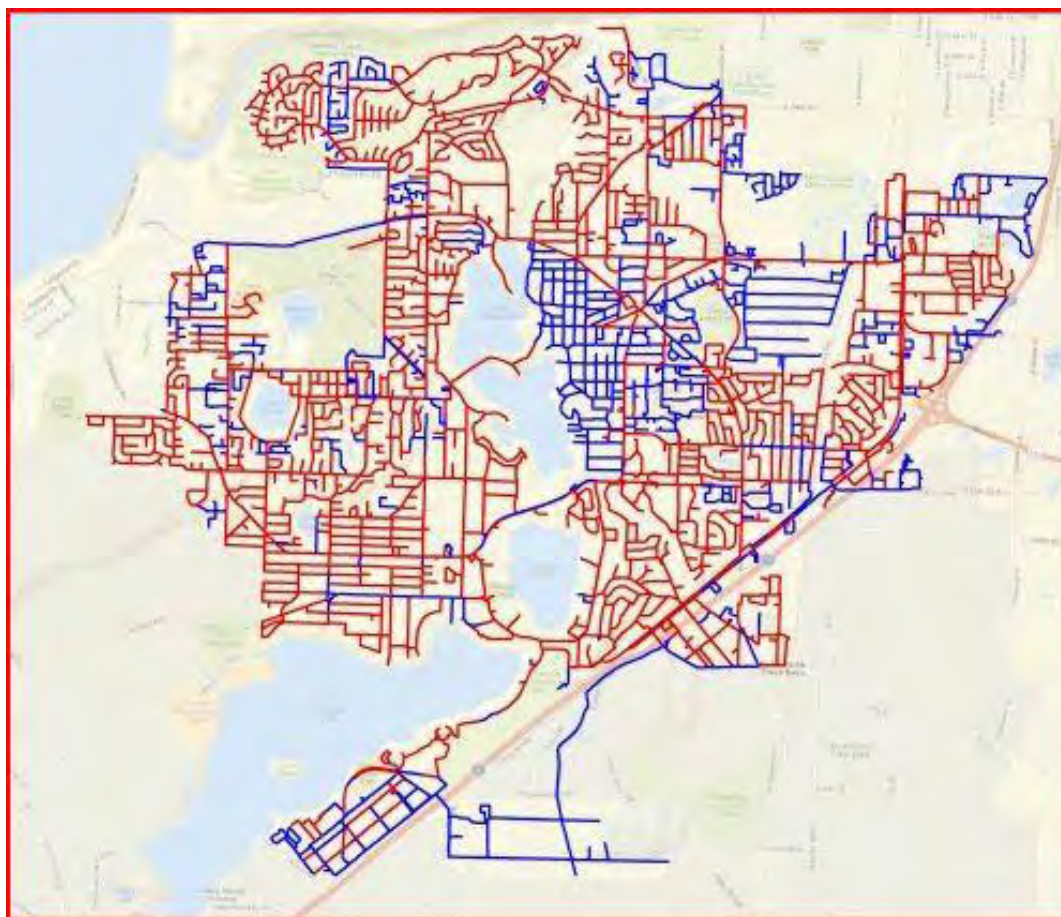


Εικόνα 29: Συγκριτικό ραβδόγραμμα για την μείωση σε απόλυτα νούμερα στους όγκους του Μη-ανταποδοτικού νερού που επιτεύχθηκε.

Για τον σχεδιασμό των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκαν τυχαία αριθμητικά δεδομένα καθώς δεν υπήρχαν πραγματικά δεδομένα. Κοιτώντας λίγο ποιοτικά τα διαγράμματα μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι άμα θέλουμε να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα των μέτρων μείωσης του Μη-ανταποδοτικού νερού πιο ενδεικτικό είναι το πρώτο διάγραμμα, αλλά αν μας ενδιαφέρει να δούμε πόσος όγκος νερού εξοικονομήθηκε και δεν χάθηκε “άδικα” στο δίκτυο ύδρευσης ιδανικότερο είναι το δεύτερο διάγραμμα. Όπως και να έχει όμως και από τα δύο διαγράμματα μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα, αλλά ακόμα πιο σημαντικό είναι ότι με την εμφάνιση των διαγραμμάτων από το εργαλείο DSS, δεν θα φαίνεται μόνο η αποτελεσματικότερη διαχείριση που επετεύχθη στο δίκτυο ύδρευσης αλλά και το πόσο σημαντική και αποτελεσματική υπήρξε η χρήση του εργαλείου DSS προκειμένου να μειωθούν οι όγκοι του Μη-ανταποδοτικού νερού.

### 7.3. Σύνδεση του εργαλείου DSS είτε με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών είτε με διάφορα λογισμικά μοντελοποίησης δικτύων ύδρευσης.

Μια ακόμα εξαιρετική προσθήκη στο εργαλείο DSS, θα ήταν η δυνατότητα να συνδεθεί η πλατφόρμα του εργαλείου DSS με ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών ( GIS ) ή με κάποιο πρόγραμμα – λογισμικό μοντελοποίησης της λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης. Μέσα από αυτή την σύνδεση η χρήση του εργαλείου DSS θα γινόταν ακόμα πιο αποτελεσματική και το εργαλείο θα μπορούσε να παίρνει ακόμα περισσότερες πληροφορίες για το δίκτυο ύδρευσης που μελετάται. Με την σύνδεση του εργαλείου DSS με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και τις πληροφορίες που θα μπορούσαν να αντληθούν θα μπορούσε να γίνει μια πρώτη εκτίμηση του κόστους των μέτρων που θα εφαρμοστούν καθώς θα υπάρχουν αρκετές πληροφορίες προς εκμετάλλευση που αυτή την χρονική στιγμή δεν υπάρχουν σαν εισαγωγές στο εργαλείο DSS. Θα είχαμε ακριβείς πληροφορίες για την μορφολογία του εδάφους τον αριθμό και την θέση των κύριων κόμβων μέσα στο δίκτυο και πολλές άλλες.

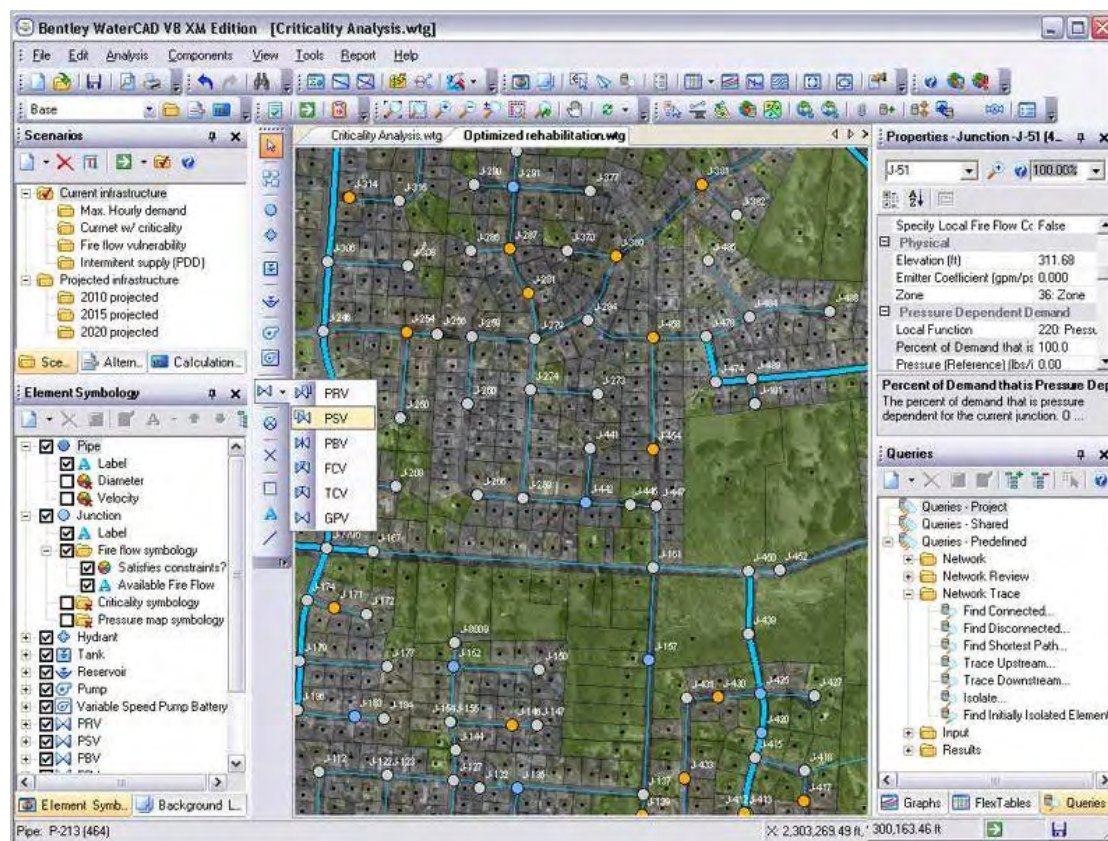


Εικόνα 30: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου ύδρευσης σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών. ( πηγή : <http://scrwa.org/gis-mapping-services/> )

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



Επίσης με την σύνδεση του εργαλείου DSS με ένα λογισμικό μοντελοποίησης της λειτουργίας δικτύων ύδρευσης τα οφέλη θα ήταν πολύ περισσότερα σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση. Εάν υπήρχε η δυνατότητα της σύνδεσης του εργαλείου DSS με κάποιο από τα διαθέσιμα λογισμικά μοντελοποίησης λειτουργίας δικτύων ύδρευσης ( π.χ. WATERCAD, WATERNET, EPANET, hydrauliCAD ) θα είχαμε την δυνατότητα να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε και τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θα υπήρχαν στο δίκτυο μετά την εφαρμογή των μέτρων.



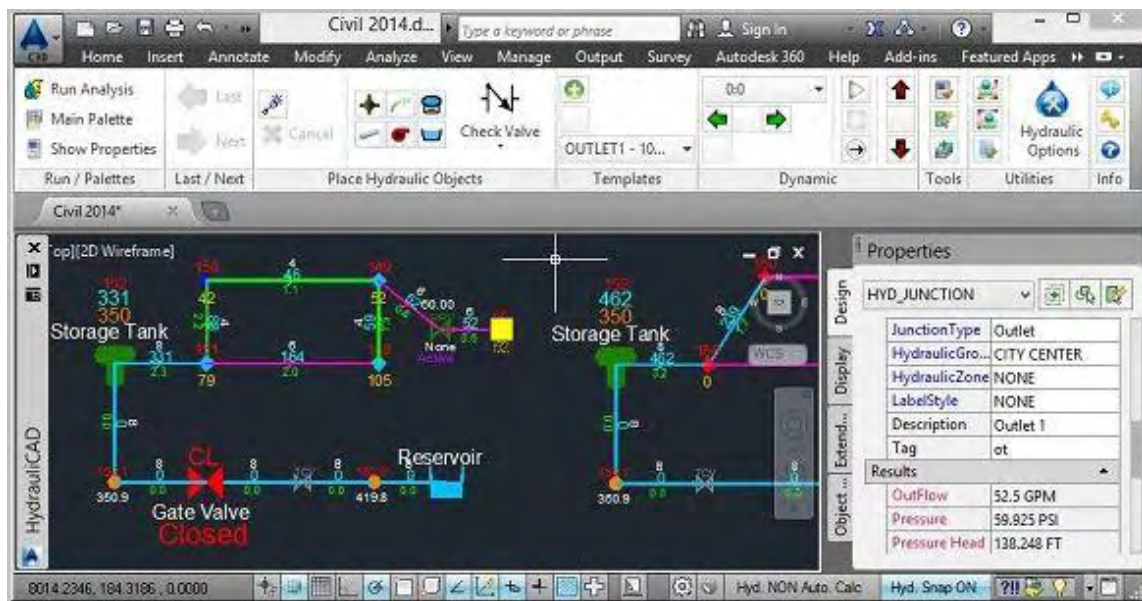
Εικόνα 31: Μοντελοποίηση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον WATERCAD v8 ( πηγή : [http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Haestad/WaterCADV8\\_lg.jpg](http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Haestad/WaterCADV8_lg.jpg) )

Έτσι μετά την τελική επιλογή των μέτρων ο χρήστης θα μπορεί να εφαρμόσει κατευθείαν τα προτεινόμενα μέτρα στο μοντέλο του δικτύου του και να δει τι αποτελέσματα θα έχουν. Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσει να κάνει την καλύτερη δυνατή επιλογή για το δίκτυο του. Επίσης η σύνδεση του εργαλείου DSS με λογισμικό μοντελοποίησης δικτύων ύδρευσης θα βοηθήσει ακόμα περισσότερο το εργαλείο DSS, κυρίως λόγω της δυνατότητας αυτοδιδασκαλίας που έχει ήδη. Αυτό θα μπορέσει να γίνει εάν δημιουργηθεί ένας μηχανισμός που θα επιτρέπει στο εργαλείο DSS να συλλέγει δεδομένα απευθείας από το λογισμικό μοντελοποίησης μόλις γίνει η εκτέλεση του σεναρίου της εφαρμογής των προτεινόμενων μέτρων και να μην είναι απαραίτητο να ανατροφοδοτηθούν αυτά τα δεδομένα από τους χρήστες. Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι άμα ανατροφοδοτηθούν οι εμπειρίες των χρηστών από την εφαρμογή των μέτρων μεγαλύτερη βαρύτητα θα έχουν τα δεδομένα που ανατροφοδοτήθηκαν και όχι αυτά που εκτιμήθηκαν.

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



Όλη αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει και χωρίς την σύνδεση του εργαλείου DSS με κάποιο λογισμικό αλλά θα πρέπει τότε να εργαστούμε με δύο διαφορετικά προγράμματα και να ετοιμάσουμε συνεπώς δεδομένα με δύο διαφορετικούς τρόπους. Εάν όμως γίνει η σύνδεση του εργαλείου με κάποιο από τα διαθέσιμα λογισμικά μοντελοποίησης της λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης θα εξοικονομείται αρκετός χρόνος και θα βελτιωθεί και η λειτουργία του εργαλείου DSS καθώς όχι μόνο θα έχει οφέλη από την αυτόματη ανατροφοδότηση αλλά θα γίνουν και πιο ποσοτικοποιημένα τα αποτελέσματα του.



Εικόνα 32: Μοντελοποίηση δικτύου ύδρευσης σε περιβάλλον *hydraulicCAD 2014* ( πηγή : <http://hydraulicad.com/> )

#### 7.4. Ενσωμάτωση στην πλατφόρμα DSS ενός βίντεο με οδηγίες ( tutorial video )

Στην πλατφόρμα του εργαλείου DSS υπάρχει ένα επεξηγηματικό βίντεο για το πώς πρέπει να ετοιμάσει ο χρήστης τα αρχεία του, βάση των προδιαγραφών του εργαλείου DSS , έτσι ώστε να μπορέσει να τα στείλει. Δεν υπάρχει όμως ένα αντίστοιχο βίντεο με την εφαρμογή του εργαλείου DSS πάνω σε μια ενδεικτική περίπτωση. Η ενσωμάτωση ενός τέτοιου βίντεο θα ήταν πολύ βοηθητική για κάποιον χρήστη που θα προσπαθήσει για πρώτη φορά να χρησιμοποιήσει το εργαλείο DSS. Για την χρησιμοποίηση του εργαλείου υπάρχουν αρκετές οδηγίες σε γραπτή μορφή αλλά όχι σε οπτικοακουστική όπως ένα βίντεο. Ο πιθανός χρήστης θα μπορεί να παρακολουθεί το βίντεο ταυτόχρονα με την χρησιμοποίηση του εργαλείου DSS και να διευκολυνθεί κατά πολύ ο χρήστης. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας έχουν δημιουργηθεί δύο τέτοια βίντεο με οδηγίες τόσο στα ελληνικά αλλά και στα αγγλικά. Αντίγραφα αυτών των βίντεο θα παραδοθούν μαζί με την εργασία σε ηλεκτρονική μορφή.

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λευκωσίας, (Μάιος 2013): *Εγχειρίδιο διαχείρισης απωλειών σε δίκτυα κοινής ύδρευσης*

Τσιτσιφλή Σ., (2010): *Διαχείριση αξιοπιστίας και επιπέδου λειτουργίας αγωγών και δικτύων ύδρευσης*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Μυλόπουλος Ν., (2010), Σημειώσεις στο μάθημα ‘Υδρεύσεις οικισμών’, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Βόλος

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Johnson E., Vermersch M., (August 2003): *IWA guidance for apparent loss reduction; filling the knowledge gap*

Farley M., (2008): *The Manager's Non-Revenue Water Handbook*

Forbes H., (2013): *ABB Refocuses North American Water efforts*

Westmoreland T., (May 2012): *The IWA water balance and developing a NRW reduction strategy*

Kanakoudis V., Tsitsifli S., Samaras P., Zouboulis V., *Water Pipe Networks Performance Evaluation*

*Water strategy man: Indicators and Indices for decision making in water resources management*, (Jan-Mar 2004)

WATERLOSS: management of water losses in a drinking water supply system. Deliverables D3.1.1. Water Balance Assessments D3.1.2. GIS plots, ( February 2012 )

WATERLOSS: management of water losses in a drinking water supply system. Deliverables D3.2.1. Database of Performance Indicators D3.2.2. Group of adopted Performance Indicators adapted to regional conditions, ( February 2012 )

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

WATERLOSS: management of water losses in a drinking water supply system.  
Deliverables D4.1.1 Database of non revenue water management measures D1.1.2.  
Set of quantified targets for non revenue water reduction strategy, ( November 2012 )

WATERLOSS : management of water losses in a drinking water supply system.  
Deliverables D4.2.1.1 Set of Performance Indicators weighting parameters D4.2.2.1.  
DSS tool for Non Revenue Water reduction strategy, ( February 2013 )

## ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

Πλατφόρμα του εργαλείου DSS

<http://waterloss.vokas.si/dssplatform/StartPage.aspx> (πρόσβαση στις 8/7/2014 )

World bank

<http://water.worldbank.org/> ( πρόσβαση στις 8/7/2014 )

MED programme

<http://www.programmemed.eu/> (πρόσβαση στις 8/7/2014 )

SOPAC Water sanitation and hygiene

<http://www.pacificwater.org/> (πρόσβαση στις 8/7/2014 )

United Nations

<http://www.un.org/> (πρόσβαση στις 8/7/2014 )

The International Benchmarking network for water and sanitation utilities

<http://www.ib-net.org/> (πρόσβαση στις 8/7/2014 )

## 9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 9.1. Τα δεδομένα εισόδου όπως δόθηκαν για την πόλη της Κοζάνης το 2010 και η τυποποίηση τους για την εισαγωγή στο εργαλείο DSS

| m3/year                         | 2009      | 2010      |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| SIV                             | 5,535,078 | 5,688,642 |
| Billed metered Consumption      | 2,321,657 | 2,369,301 |
| Billed unmetered Consumption    | 0         | 0         |
| Billed Authorised Consumption   | 2,321,657 | 2,369,301 |
| Unbilled Authorised Consumption | 110,702   | 113,773   |
| Authorised Consumption          | 2,432,358 | 2,483,073 |
| Illegal Connections / Theft     | 55,351    | 56,886    |
| Meter Errors, Underregistration | 232,166   | 236,930   |
| Apparent Losses                 | 287,516   | 293,816   |
| Real Losses                     | 2,815,203 | 2,911,753 |
| Water Losses                    | 3,102,719 | 3,205,569 |
| Revenue Water                   | 2,321,657 | 2,369,301 |
| Water billed but not paid for   | 151,488   | 156,827   |
| Water billed and paid for       | 2,170,169 | 2,212,474 |
| Non-Revenue Water               | 3,213,421 | 3,319,342 |
| MCD                             | 2,272,127 | 2,311,834 |
| Accounted for NRW               | 941,294   | 1,007,508 |

Πίνακας 7: Αναλυτικά τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου για την Κοζάνη

| DMA    | Περίοδος | Μεταβλητή | Τιμή         | DMA    | Περίοδος | Μεταβλητή | Τιμή          |
|--------|----------|-----------|--------------|--------|----------|-----------|---------------|
| Kozani | 2010     | A11       | 0,00         | Kozani | 2010     | CI38      | -999999       |
| Kozani | 2010     | A12       | 113.772,84   | Kozani | 2010     | CI39      | -999999       |
| Kozani | 2010     | A16       | 56.886,42    | Kozani | 2010     | CI59      | 0             |
| Kozani | 2010     | A17       | 236.930,10   | Kozani | 2010     | CI78      | <b>130,04</b> |
| Kozani | 2010     | A18       | 293.816,52   | Kozani | 2010     | CI91      | -9            |
| Kozani | 2010     | A19       | 2.911.751,64 | Kozani | 2010     | D10       | 20            |
| Kozani | 2010     | A23       | 156.827,00   | Kozani | 2010     | D11       | 130           |

| DMA    | Περίοδος | Μεταβλητή | Τιμή         | DMA    | Περίοδος | Μεταβλητή | Τιμή      |
|--------|----------|-----------|--------------|--------|----------|-----------|-----------|
| Kozani | 2010     | A24       | 2.526.128,00 | Kozani | 2010     | D20       | -999999   |
| Kozani | 2010     | A3        | 5.688.642,00 | Kozani | 2010     | D24       | 20        |
| Kozani | 2010     | A8        | 2.369.301,00 | Kozani | 2010     | D28       | 15        |
| Kozani | 2010     | A9        | 0,00         | Kozani | 2010     | D29       | -999999   |
| Kozani | 2010     | C2        | 16.000,00    | Kozani | 2010     | D34       | 405,300   |
| Kozani | 2010     | C22       | 2928         | Kozani | 2010     | D39       | 3         |
| Kozani | 2010     | C23       | 65           | Kozani | 2010     | D40       | 3         |
| Kozani | 2010     | C24       | 9.150,00     | Kozani | 2010     | D41       | 3         |
| Kozani | 2010     | C25       | 4,000        | Kozani | 2010     | D42       | 84843     |
| Kozani | 2010     | C26       | 0            | Kozani | 2010     | D44       | 28281     |
| Kozani | 2010     | C28       | -999999      | Kozani | 2010     | D45       | 720       |
| Kozani | 2010     | C29       | -999999      | Kozani | 2010     | D7        | 19000     |
| Kozani | 2010     | C8        | 129,58       | Kozani | 2010     | D8        | 100       |
| Kozani | 2010     | C9        | -999999      | Kozani | 2010     | D9        | 20        |
| Kozani | 2010     | CI101     | 5650         | Kozani | 2010     | E6        | 28281     |
| Kozani | 2010     | CI102     | -999999      | Kozani | 2010     | E7        | -999999   |
| Kozani | 2010     | CI16      | 101          | Kozani | 2010     | E8        | -999999   |
| Kozani | 2010     | CI36      | -999999      | Kozani | 2010     | E9        | -999999   |
| Kozani | 2010     | CI37      | -999999      | Kozani | 2010     | H1        | 365,000   |
|        |          |           |              | Kozani | 2010     | H2        | 8.760,000 |

Πίνακας 8 : Τα υπόλοιπα δεδομένα όπως δόθηκαν για το έτος 2010 για την πόλη της Κοζάνης

| DMA         | Period | Variable  | Value |
|-------------|--------|-----------|-------|
| Kozani 2010 | A11    | 0,00      |       |
| Kozani 2010 | A12    | 113772,84 |       |
| Kozani 2010 | A16    | 56886,42  |       |

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



|             |       |            |
|-------------|-------|------------|
| Kozani 2010 | A17   | 236930,10  |
| Kozani 2010 | A18   | 293816,52  |
| Kozani 2010 | A19   | 2911751,64 |
| Kozani 2010 | A23   | 156827,00  |
| Kozani 2010 | A24   | 2526128,00 |
| Kozani 2010 | A25   | 2311834    |
| Kozani 2010 | A3    | 5688642,00 |
| Kozani 2010 | A8    | 2369301,00 |
| Kozani 2010 | A9    | 0,00       |
| Kozani 2010 | C2    | 16000,00   |
| Kozani 2010 | C22   | 2928,00    |
| Kozani 2010 | C23   | 65,00      |
| Kozani 2010 | C24   | 9150,00    |
| Kozani 2010 | C25   | 4,00       |
| Kozani 2010 | C26   | 0,00       |
| Kozani 2010 | C28   | -999999    |
| Kozani 2010 | C29   | -999999    |
| Kozani 2010 | C8    | 129,58     |
| Kozani 2010 | C9    | -999999    |
| Kozani 2010 | CI101 | 5650,00    |
| Kozani 2010 | CI102 | -999999    |
| Kozani 2010 | CI16  | 101,00     |
| Kozani 2010 | CI36  | -999999    |
| Kozani 2010 | CI37  | -999999    |
| Kozani 2010 | CI38  | -999999    |
| Kozani 2010 | CI39  | -999999    |
| Kozani 2010 | CI59  | 0,00       |

|             |      |          |
|-------------|------|----------|
| Kozani 2010 | CI78 | 130,04   |
| Kozani 2010 | CI91 | -9,00    |
| Kozani 2010 | D10  | 20,00    |
| Kozani 2010 | D11  | 130,00   |
| Kozani 2010 | D20  | -999999  |
| Kozani 2010 | D24  | 20,00    |
| Kozani 2010 | D28  | 15,00    |
| Kozani 2010 | D29  | -999999  |
| Kozani 2010 | D34  | 405,30   |
| Kozani 2010 | D39  | 3,00     |
| Kozani 2010 | D40  | 3,00     |
| Kozani 2010 | D41  | 3,00     |
| Kozani 2010 | D42  | 84843,00 |
| Kozani 2010 | D44  | 28281,00 |
| Kozani 2010 | D45  | 720,00   |
| Kozani 2010 | D7   | 19000,00 |
| Kozani 2010 | D8   | 100,00   |
| Kozani 2010 | D9   | 20,00    |
| Kozani 2010 | E6   | 28281,00 |
| Kozani 2010 | E7   | -999999  |
| Kozani 2010 | E8   | -999999  |
| Kozani 2010 | E9   | -999999  |
| Kozani 2010 | H1   | 365,00   |
| Kozani 2010 | H2   | 8760,00  |

*Πίνακας 9 : Τα δεδομένα της Κοζάνης όπως στάλθηκαν στο εργαλείο DSS*

**9.2. Τα δεδομένα εισόδου όπως δόθηκαν για την DMA 17 της πόλης της Λευκωσίας για το 2011 και η τυποποίηση τους για την εισαγωγή στο εργαλείο DSS**

|   |   |   |  |  |   |   |  |
|---|---|---|--|--|---|---|--|
| System<br>Input<br>Volume<br><br><u>(A3)</u><br><br>353.850 | Authorized<br>Consumption<br><br><u>(A14=A10+A13)</u> | Billed<br>Authorized<br>Consumption<br><br><u>(A10=A8+A9)</u> | Billed Metered Consumption <u>(A8)</u><br><br>250.871                            | Revenue<br>Water<br><br><u>(A20=A8+A9)</u>                   | Revenue Water<br><br><u>(A24=A8+A9-A23)</u><br><br>250.871                |   |  |
|   |   | 250.871   | Billed Un-metered Consumption<br><u>(A9)</u><br><br>0                            |  | 250.871   | Water billed but NOT<br>PAID for (apparent<br>NRW)<br><br><u>A23</u> 0          |  |
|   |   | 252.640   | Unbilled<br>Authorized<br>Consumption<br><br><u>(A13=A11+A12)</u>                | Unbilled Metered Consumption<br><u>(A11)</u><br><br>0        | Non Revenue<br>Water (NRW)<br><br><u>(A21=A3-<br/>A20)</u><br><br>102.979 | Accounted Non Revenue<br>Water<br><br><u>(A26=A3-A24-A23-A25)</u><br><br>57.164 |  |
|   |   |   | 1.769  | Unbilled Un-metered Consumption<br><u>(A12)</u><br><br>1.769 |   |   |  |
|   | Water Losses<br><u>(A15=A3-A14)</u><br><br>101.210    | Apparent Losses<br><br><u>(A18=A16+A17)</u>                   | Unauthorized Consumption<br><br><u>(A16)</u><br><br>3.539                        | Real Losses<br><br><u>(A19=A15-A18)</u><br><br>77.069        |   |   | Water Losses generating<br>revenues (MCD) <u>A25</u><br><br>45.815 |
|   |   | 24.140  | Customer Meter Inaccuracies &<br>Data Handling Errors <u>(A17)</u><br><br>20.602 |  |   |   |  |

|  |  |  |   |                                 |   |
|--|--|--|---|---------------------------------|---|
| System<br>Input<br>Volume<br>(A3)<br>314.970 | Authorized<br>Consumption<br>(A14=A10+A13) | Billed<br>Authorized<br>Consumption<br>(A10=A8+A9) | Billed Metered Consumption (A8)         | Revenue<br>Water<br>(A20=A8+A9) | Revenue Water<br>(A24=A8+A9-A23)                      |
|  |  | 207.502  | 207.502                                 |                                 | 207.502   |
|  |  | 207.502  | Billed Un-metered Consumption (A9)<br>0 |                                 | Water billed but NOT PAID for (apparent NRW)<br>A23 0 |
|  |  | Unbilled<br>Authorized                             | Unbilled Metered Consumption            | Non Revenue                     | Accounted Non Revenue                                 |

|         |                              |                                  |  |  |              |                      |
|---------|------------------------------|----------------------------------|--|--|--------------|----------------------|
|         |                              | Consumption                      | (A11)  | Water (NRW)                                | Water        |                      |
|         |                              | (A13=A11+A12)                    | 0  |  | (A21=A3-A20) | (A26=A3-A24-A23-A25) |
|         |                              | 1.575                            | Unbilled Un-metered Consumption (A12)                    |  | 107.468      | 57.700               |
|         | Water Losses<br>(A15=A3-A14) | Apparent Losses<br>(A18=A16+A17) | Unauthorized Consumption (A16)                           | 107.468                                    | 57.700       |                      |
|         |                              |                                  | 3.150  |  |              |                      |
|         |                              | 20.190                           | Customer Meter Inaccuracies & Data Handling Errors (A17) |  |              | 17.040               |
| 105.893 | Real Losses<br>(A19=A15-A18) |                                  |  | Water Losses generating revenues (MCD) A25 |              |                      |
| 85.703  |                              |                                  | 49.768   |  |              |                      |

|   |  |  |   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
| <b>System Input Volume</b><br><u>(A3)</u><br><b>386.770</b> |  | <b>Billed Authorized Consumption</b><br><u>(A10=A8+A9)</u><br><b>250.086</b>   | <b>Billed Metered Consumption</b> <u>(A8)</u><br><b>250.086</b>                             | <b>Revenue Water</b><br><u>(A20=A8+A9)</u><br><b>250.086</b>            | <b>Revenue Water</b><br><u>(A24=A8+A9-A23)</u><br><b>250.086</b>                   |
|   |  |  | <b>Billed Un-metered Consumption</b> <u>(A9)</u><br><b>0</b>                                |   | <b>Water billed but NOT PAID for (apparent NRW)</b><br><u>A23</u> <b>0</b>         |
|   | <b>252.020</b>   | <b>Unbilled Authorized Consumption</b><br><u>(A13=A11+A12)</u><br><b>1.934</b> | <b>Unbilled Metered Consumption</b> <u>(A11)</u><br><b>0</b>                                | <b>Non Revenue Water (NRW)</b><br><u>(A21=A3-A20)</u><br><b>136.684</b> | <b>Accounted Non Revenue Water</b><br><u>(A26=A3-A24-A23-A25)</u><br><b>90.227</b> |
|   |  |  | <b>Unbilled Un-metered Consumption</b> <u>(A12)</u><br><b>1.934</b>                         |   |  |
|   | <b>Water Losses</b><br><u>(A15=A3-A14)</u><br><b>134.750</b> | <b>Apparent Losses</b><br><u>(A18=A16+A17)</u><br><b>24.405</b>                | <b>Unauthorized Consumption</b><br><u>(A16)</u><br><b>3.868</b>                             |   |  |
|   |  |  | <b>Customer Meter Inaccuracies &amp; Data Handling Errors</b> <u>(A17)</u><br><b>20.538</b> |   |  |
|   |  |  |   |   |  |
|   |  |  |   |   |  |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  | <b>Real Losses</b><br><u>(A19=A15-A18)</u><br><b>110.345</b> |  | <b>Water Losses generating revenues (MCD) <u>A25</u></b><br><b>46.457</b> |
|--|--|--|--|---|

|   |   |  |  |   |  |
|---|---|--|--|---|--|
| <b>System Input Volume</b><br><u>(A3)</u><br><b>373.710</b> | <b>Authorized Consumption</b><br><u>(A14=A10+A13)</u><br><b>270.015</b> | <b>Billed Authorized Consumption</b><br><u>(A10=A8+A9)</u><br><b>268.146</b>   | <b>Billed Metered Consumption (A8)</b><br><b>268.146</b>                             | <b>Revenue Water</b><br><u>(A24=A8+A9-A23)</u><br><b>268.146</b>        |  |
|   |   |  | <b>Billed Un-metered Consumption (A9)</b><br><b>0</b>                                | <u>(A20=A8+A9)</u><br><b>268.146</b>                                    | <b>Water billed but NOT PAID for (apparent NRW)</b><br><u>A23</u> <b>0</b>         |
|   |   | <b>Unbilled Authorized Consumption</b><br><u>(A13=A11+A12)</u><br><b>1.869</b> | <b>Unbilled Metered Consumption (A11)</b><br><b>0</b>                                |   |  |
|   |   |  | <b>Unbilled Un-metered Consumption (A12)</b><br><b>1.869</b>                         |   |  |
|   | <b>Water Losses</b><br><u>(A15=A3-A14)</u><br><b>103.695</b>            | <b>Apparent Losses</b><br><u>(A18=A16+A17)</u><br><b>25.758</b>                | <b>Unauthorized Consumption (A16)</b><br><b>3.737</b>                                | <b>Non Revenue Water (NRW)</b><br><u>(A21=A3-A20)</u><br><b>105.564</b> | <b>Accounted Non Revenue Water</b><br><u>(A26=A3-A24-A23-A25)</u><br><b>62.359</b> |
|   |   |  | <b>Customer Meter Inaccuracies &amp; Data Handling Errors (A17)</b><br><b>22.021</b> |   |  |
|   |   | <b>Real Losses</b><br><u>(A19=A15-A18)</u><br><b>77.938</b>                    |  |   | <b>Water Losses generating revenues (MCD) <u>A25</u></b><br><b>43.205</b>          |
|   |   |  |  |   |  |
|   |   |  |  |   |  |
|   |   |  |  |   |  |
|   |   |  |  |   |  |
|   |   |  |  |   |  |
|   |   |  |  |   |  |

|   |   |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
| <b>System Input Volume</b><br><u>(A3)</u><br><b>446.090</b> | <b>Authorized Consumption</b><br><u>(A14=A10+A13)</u><br><b>313.421</b> | <b>Billed Authorized Consumption</b><br><u>(A10=A8+A9)</u><br><b>311.191</b> | <b>Billed Metered Consumption (A8)</b><br><b>311.191</b> | <b>Revenue Water</b><br><u>(A24=A8+A9-A23)</u><br><b>311.191</b> |  |
|   |   |  | <b>Billed Un-metered Consumption (A9)</b><br><b>0</b>    | <u>(A20=A8+A9)</u><br><b>311.191</b>                             | <b>Water billed but NOT PAID for (apparent NRW)</b><br><u>A23</u> <b>0</b> |
|   |   |  |  |  |  |

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»



|  |  |   |  |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|--|
|  |  | <b>Unbilled Authorized Consumption</b>                              | <b>Unbilled Metered Consumption<br/>(A11)</b><br><b>0</b>                                | <b>Non Revenue Water (NRW)</b><br><br><b>134.899</b> | <b>Accounted Non Revenue Water</b><br><br><b>95.726</b>                |  |
|  |  | <u>(A13=A11+A12)</u>  | <b>Unbilled Un-metered Consumption<br/>(A12)</b><br><b>2.230</b>                         |  |  |  |
|  | <b>Water Losses</b><br><u>(A15=A3-A14)</u><br><br><b>132.669</b> | <b>Apparent Losses</b><br><u>(A18=A16+A17)</u><br><br><b>30.016</b> | <b>Unauthorized Consumption</b><br><u>(A16)</u><br><b>4.461</b>                          |  | <u>(A21=A3-A20)</u>  |  |
|  |  |   | <b>Customer Meter Inaccuracies &amp; Data Handling Errors (A17)</b><br><br><b>25.556</b> |  |  |  |
|  |  | <b>Real Losses</b><br><u>(A19=A15-A18)</u><br><br><b>102.652</b>    |  |  | <b>Water Losses generating revenues (MCD) A25</b><br><br><b>39.173</b> |  |
|  |  |   |  |  |  |  |

Πίνακας 10 : Τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου για τα 5 πρώτα δίμηνα του 2011 του δικτύου της περιοχής DMA 17 της Λευκωσίας

| m3 / 2mhno                      | metavliti | A      | B      | C      | D      | E      | synolo  |
|---------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| SIV                             | A3        | 353850 | 314970 | 386770 | 373710 | 446090 | 1875390 |
| Billed metered Consumption      | A8        | 250871 | 207502 | 250086 | 268146 | 311191 | 1287796 |
| Billed unmetered Consumption    | A9        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| Billed Authorised Consumption   |           | 250871 | 207502 | 250086 | 268146 | 311191 | 1287796 |
| Unbilled Authorised Consumption | A11       | 1769   | 1575   | 1934   | 1869   | 2230   | 9377    |
| Authorised Consumption          |           | 252640 | 209077 | 252020 | 270015 | 313421 | 1297173 |
| Illegal Connections / Theft     | A16       | 3539   | 3150   | 3868   | 3737   | 4461   | 18755   |
| Meter Errors, Underregistration | A17       | 20602  | 17040  | 20538  | 22021  | 25556  | 105757  |
| Apparent Losses                 | A18       | 24140  | 20190  | 24405  | 25758  | 30016  | 124509  |
| Real Losses                     | A19       | 77069  | 85703  | 110345 | 77938  | 102652 | 453707  |
| Water Losses                    |           | 101210 | 105893 | 134750 | 103695 | 132669 | 578217  |
| Revenue Water                   |           | 250871 | 207502 | 250086 | 268146 | 311191 | 1287796 |
| Water billed but not paid for   | A23       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| Water billed and paid for       | A24       | 250871 | 207502 | 250086 | 268146 | 311191 | 1287796 |
| Non-Revenue Water               |           | 102979 | 107468 | 136684 | 105564 | 134899 | 587594  |
| MCD                             | A25       | 45815  | 49768  | 46457  | 43205  | 39173  | 224418  |
| Accounted for NRW               |           | 57164  | 57700  | 90227  | 62359  | 95726  | 363176  |

*Πίνακας 11 : Η πρώτη τυποποίηση για τα δεδομένα της περιοχής DMA 17 της Λευκωσίας όπως έγινε για την εισαγωγή των δεδομένων στο εργαλείο DSS*

| 17 | Period | Variable | Value    |
|----|--------|----------|----------|
| 17 | 2011   | A11      | 0        |
| 17 | 2011   | A12      | 11181    |
| 17 | 2011   | A16      | 11180.6  |
| 17 | 2011   | A17      | 134167.2 |
| 17 | 2011   | A18      | 145348   |
| 17 | 2011   | A19      | 497780.4 |
| 17 | 2011   | A23      | -999999  |
| 17 | 2011   | A24      | 1554680  |
| 17 | 2011   | A3       | 2236120  |
| 17 | 2011   | A8       | 1554680  |
| 17 | 2011   | A9       | 0        |
| 17 | 2011   | C2       | 41250    |
| 17 | 2011   | C22      | 591      |
| 17 | 2011   | C23      | 444      |
| 17 | 2011   | C24      | 7424     |
| 17 | 2011   | C25      | 6        |
| 17 | 2011   | C26      | 10035    |
| 17 | 2011   | C28      | 1964     |
| 17 | 2011   | C29      | 1646     |

«Μείωση του Μη-ανταποδοτικού νερού σε δίκτυα ύδρευσης με την χρήση του εργαλείου DSS του προγράμματος WATERLOSS»

|    |      |       |         |
|----|------|-------|---------|
| 17 | 2011 | C8    | 191.37  |
| 17 | 2011 | C9    | 172.54  |
| 17 | 2011 | CI101 | -999999 |
| 17 | 2011 | CI102 | -999999 |
| 17 | 2011 | CI16  | 200     |
| 17 | 2011 | CI36  | -999999 |
| 17 | 2011 | CI37  | -999999 |
| 17 | 2011 | CI38  | -999999 |
| 17 | 2011 | CI39  | 0       |
| 17 | 2011 | CI59  | -999999 |
| 17 | 2011 | CI78  | -999999 |
| 17 | 2011 | CI91  | -0.23   |
| 17 | 2011 | D10   | 141     |
| 17 | 2011 | D11   | 6       |
| 17 | 2011 | D20   | -999999 |
| 17 | 2011 | D24   | -999999 |
| 17 | 2011 | D28   | -999999 |
| 17 | 2011 | D29   | -999999 |
| 17 | 2011 | D34   | 275     |
| 17 | 2011 | D39   | 6       |
| 17 | 2011 | D40   | 6       |
| 17 | 2011 | D41   | -999999 |
| 17 | 2011 | D42   | 60210   |
| 17 | 2011 | D44   | 9545    |
| 17 | 2011 | D45   | -999999 |
| 17 | 2011 | D7    | 41250   |
| 17 | 2011 | D8    | -999999 |
| 17 | 2011 | D9    | 176     |
| 17 | 2011 | E6    | 9702    |
| 17 | 2011 | E7    | 9676    |
| 17 | 2011 | E8    | 26      |
| 17 | 2011 | E9    | 0       |
| 17 | 2011 | H1    | 365     |
| 17 | 2011 | H2    | 8760    |

*Πίνακας 12 : Τα υπόλοιπα δεδομένα όπως δόθηκαν για την περιοχή DMA 17 της Λευκωσίας για το 2011*

| DMA      | Period | Variable | Value   |
|----------|--------|----------|---------|
| Leukosia | 2011   | A11      | 0       |
| Leukosia | 2011   | A12      | 9377    |
| Leukosia | 2011   | A16      | 18755   |
| Leukosia | 2011   | A17      | 105757  |
| Leukosia | 2011   | A18      | 124509  |
| Leukosia | 2011   | A19      | 453707  |
| Leukosia | 2011   | A23      | 0       |
| Leukosia | 2011   | A24      | 1287796 |
| Leukosia | 2011   | A25      | 224418  |
| Leukosia | 2011   | A3       | 1875390 |
| Leukosia | 2011   | A8       | 1287796 |
| Leukosia | 2011   | A9       | 0       |
| Leukosia | 2011   | C2       | 41250   |
| Leukosia | 2011   | C22      | 591     |
| Leukosia | 2011   | C23      | 444     |
| Leukosia | 2011   | C24      | 7424    |
| Leukosia | 2011   | C25      | 6       |
| Leukosia | 2011   | C26      | 10035   |
| Leukosia | 2011   | C28      | 1964    |
| Leukosia | 2011   | C29      | 1646    |
| Leukosia | 2011   | C8       | 191,37  |
| Leukosia | 2011   | C9       | 172,54  |
| Leukosia | 2011   | CI101    | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI102    | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI16     | 200     |
| Leukosia | 2011   | CI36     | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI37     | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI38     | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI39     | 0       |
| Leukosia | 2011   | CI59     | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI78     | -999999 |
| Leukosia | 2011   | CI91     | -0,23   |
| Leukosia | 2011   | D10      | 141     |
| Leukosia | 2011   | D11      | 6       |
| Leukosia | 2011   | D20      | -999999 |
| Leukosia | 2011   | D24      | -999999 |
| Leukosia | 2011   | D28      | -999999 |
| Leukosia | 2011   | D29      | -999999 |
| Leukosia | 2011   | D34      | 275     |
| Leukosia | 2011   | D39      | 6       |
| Leukosia | 2011   | D40      | 6       |
| Leukosia | 2011   | D41      | -999999 |
| Leukosia | 2011   | D42      | 60210   |
| Leukosia | 2011   | D44      | 9545    |
| Leukosia | 2011   | D45      | -999999 |

|          |      |    |         |
|----------|------|----|---------|
| Leukosia | 2011 | D7 | 41250   |
| Leukosia | 2011 | D8 | -999999 |
| Leukosia | 2011 | D9 | 176     |
| Leukosia | 2011 | E6 | 9702    |
| Leukosia | 2011 | E7 | 9676    |
| Leukosia | 2011 | E8 | 26      |
| Leukosia | 2011 | E9 | 0       |
| Leukosia | 2011 | H1 | 365     |
| Leukosia | 2011 | H2 | 8760    |

*Πίνακας 13 : Τα δεδομένα όπως στάλθηκαν στο εργαλείο DSS για την περιοχή DMA 17 του δικτύου της Λευκωσίας για το 2011*